
EITSBIBLIOTHEEK GENT

ANNALES DES MINES,

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

SUR L'EXPLOITATION DES MINES,

Et sur les Sciences qui s'y rapportent;

RÉDIGÉES PAR LE CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES;

Publiées sous l'autorisation du Conseiller d'État, Directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines.

TOME QUATRIÈME.

ANNÉE 1819.

CHEZ TREUTTEL et WURTZ, Libraires, rue de Bourbon, N°. 17; et même Maison de commerce,
A LONDRES, 30 Soho-Square; et à STRASBOURG, rue des Serruriers, N°. 3.

1819.



AVERTISSEMENT.

Les *Annales des Mines* paraissent de *trois en trois mois*, par livraisons de sept à huit feuilles d'impression chacune, avec des planches. Voyez l'*Avertissement* placé au commencement du volume de 1816, formant le tome Ier. de la collection des *Annales des Mines*.

MÉMOIRE

SUR

LES CRISTAUX DE CUIVRE CARBONATÉ,

RÉDIGÉ

D'après les dernières observations de M. l'abbé HAUY;

PAR M. LOUIS CORDIER, inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.

LA découverte d'une nouvelle mine de cuivre, faite il y a quelques années à Chessy dans le département du Rhône, a enrichi la plupart des collections minéralogiques de l'Europe d'un grand nombre de cristaux de cuivre carbonaté bleu aussi remarquables par leur volume que par la netteté des formes qu'ils présentent. Cette même circonstance nous a déjà valu un beau travail de M. Vauquelin, dans lequel ce célèbre chimiste a cherché à déterminer très-exactement la composition du cuivre carbonaté bleu et du cuivre carbonaté vert. La cristallographie n'est point en retard comme on pourrait le croire. Elle a dû procéder avec plus de lenteur que la chimie, parce qu'elle avait à résoudre des questions plus compliquées. Il fallait examiner *à priori* la structure du carbonate de Chessy, en rechercher les principales variétés pour les soumettre au calcul, comparer ces variétés avec celles du carbonate de Sibérie, et pour cela déterminer rigou-

reusement ces derniers, revenir sur l'analogie qu'on a supposé exister entre ces carbonates et l'azur de cuivre artificiel, trouver enfin dans l'étude des cristaux de malachite des motifs suffisans pour apprécier l'identité que les travaux des chimistes semblent indiquer entre les deux carbonates naturels.

M. Haüy, après avoir successivement résolu ces différentes difficultés, a bien voulu m'admettre à une dernière vérification des mesures d'angles dont il est parti, et m'autoriser à publier les résultats auxquels il est parvenu. Sa confiance m'honore infiniment; mais à tous égards il eût bien mieux valu que les soins qu'il doit à la seconde édition de son Traité ne l'eussent pas empêché de communiquer lui-même aux minéralogistes le fruit de ses savantes recherches.

On sait que Romé de l'Isle, en comparant des cristaux naturels de cuivre carbonaté, qu'il nommait *azur de cuivre*, avec des cristaux artificiels obtenus par M. Sage, et qu'il disait provenir d'une dissolution de cuivre dans l'alcali volatil, avait cru reconnaître la plus grande analogie entre les formes des uns et des autres. Cette analogie, tout en confirmant une opinion déjà ancienne, et qui remontait à Wallérius et à Justi, devait paraître singulière, si la nature des cristaux artificiels était celle que leur supposait Romé de l'Isle. Mais M Chaptal dit dans ses *Elémens de Chimie, t. II, p.* 352, que M. Sage a imité l'azur de cuivre dans la forme et la couleur, en dissolvant à froid du cuivre dans de l'eau saturée de carbonate d'ammoniaque. M. Haüy avait remarqué de son côté que les cristaux obtenus par M. Sage se dissolvaient avec effervescence dans l'acide

nitrique, ce qui semblait achever de faire disparaître la difficulté.

M. Haüy n'ayant vu d'ailleurs, à l'époque où il a publié son *Traité*, aucuns cristaux naturels de cuivre carbonaté dont les formes fussent déterminables, avait adopté provisoirement l'opinion de Romé de l'Isle, et a cité d'après lui plusieurs variétés que cet habile cristallographe disait avoir observées parmi les cristaux soit naturels, soit artificiels (*Traité de minéralogie*, *tome III*, *p.* 564 et suiv.). Mais en prenant ce parti, il avait fallu rectifier la détermination de la forme primitive, et en faire un octaèdre à triangles scalènes et non pas rectangulaires, comme de l'Isle l'avait annoncé (*Traité*, ibid, *p.* 568, note 1).

Cette ancienne manière de voir de M. Haüy n'a point été partagée par M. le comte de Bournon. Ce savant célèbre (*Catalogue*, *p.* 240) dit que, s'étant procuré quelques-uns des cristaux de cuivre obtenus par M. Sage, il avait été frappé de la grande différence qui existait entre eux et les cristaux naturels. Il annonce, d'après ses observations, que la forme primitive du cuivre bleu naturel est un prisme tétraèdre rhomboïdal droit, dont les pans sont inclinés entre eux d'environ 124$^{d.}$ et 56$^{d.}$, et il ajoute que beaucoup de raisons lui font croire que les bases de ce prisme ne sont pas des rhombes, mais des rhomboïdes (c'est-à-dire des parallélogrammes obliquangles). Ces résultats diffèrent beaucoup de ceux que nous allons exposer.

L'examen des cristaux de cuivre carbonaté de Chessy fait connaître que la véritable forme primitive de ce minéral est un octaèdre à triangles

scalènes (*fig.* 1 et 2, Pl. I), dont les arêtes *bf*, *ag*, doivent être situées verticalement, pour qu'il se trouve en rapport de position avec les formes secondaires qui en dérivent.

L'incidence de M sur M est de 97^{d.} 46′; celle de P sur la face correspondante désignée par *ahb*, est de 63^{d.} 16′, et celle de l'arête *ab* sur l'arête *bf* est de 97^{d.} 7′. Pour avoir les dimensions de l'octaèdre, menons la ligne *eh* par les angles latéraux : par le milieu *o* de cette ligne menons *on* perpendiculaire sur *ag*, nous aurons eo ou $oh = \sqrt{21}$, $on = \sqrt{16}$, bf ou $ag = 15$, $ac = 1$; d'où il suit que $bc : ac :: 8 : 1$.

Les joints naturels sont très-nets, et l'octaèdre se sous-divise parallèlement à un plan qui passerait par les angles *e*, *h*, et par le milieu de l'arête *a b*. On observe en outre, mais moins distinctement, une division parallèle au plan *abfg*.

Cet octaèdre n'a point encore été rencontré parmi les cristaux de cuivre carbonaté, mais ses faces existent sur plusieurs variétés. Nous allons décrire sept de ces variétés; il en existe plusieurs autres que M. Haüy se propose de déterminer par la suite.

M. Haüy a suivi dans ses déterminations la nouvelle marche qu'il a adoptée relativement à l'octaèdre, et qui consiste à employer comme molécules soustractives de petits parallélipipèdes semblables à celui qui résulte de la superposition de deux tétraèdres sur deux faces opposées de l'octaèdre : cette méthode donne constamment des signes représentatifs vraiment théoriques, et non pas simplement techniques comme une partie de ceux qui se trouvent dans le *Traité*.

Il convenait aussi de ramener les décroissemens qui dépendent de l'octaèdre à ceux dans lesquels on substitue comme noyau hypothétique à cet octaèdre un prisme rhomboïdal (*fig.* 5), dont une partie des cristaux de cuivre carbonaté bleu porte l'empreinte (1); ces sortes de substitutions que M. Haüy a employées quelquefois à l'égard des cristaux dont la forme est un rhomboïde, ont sur-tout l'avantage de simplifier et de faciliter la détermination des décroissemens intermédiaires.

Cette manière de procéder permet à M. Haüy de donner deux notations analytiques des décroissemens observés, et nous montre en outre toute la fécondité des ressources de la *théorie*. On peut dire qu'elle n'a plus de difficultés même à l'égard des cristaux dont la symétrie semble bien près d'être bizarre.

Quantités composantes des signes représentatifs :

1°. Pour l'octaèdre primitif.

Une partie des signes de cette première notation se rapporte à l'octaèdre simple (*fig.* 1); on s'est dispensé de l'indiquer. On n'a inséré d'autre indication de figure qu'à l'égard des signes qui sont relatifs au parallélipipède substitué. Ce parallélipipède se forme alternativement par la superposition de deux tétraèdres

(1) Les demi-diagonales de la coupe transversale de ce prisme hypothétique sont entre elles comme *no* : *on* (*fig.* 2), ou comme $\sqrt{21} : \sqrt{16}$, et la ligne $o\gamma$ perpendiculaire sur AS : $A\gamma$ :: 8 : 1. L'arête AS = 15.

complémentaires M′ *fig.* 1) de l'octaèdre primitif, et sur son opposée, ce qui est représenté par la *figure* 3, soit par la face M (*fig.* 1), et sur son opposée, ce qui est représenté *figure* 4. Ceci posé, voici la notation :

$$\underset{M}{M}\;\underset{P}{P}\;\underset{h}{C_1}\;\underset{i}{C_2}\;\underset{l}{C_5}\;\underset{r}{{}^1E^1}\;\underset{n}{O_2}\;(\textit{fig. 3.})\;\underset{n'}{O_2}\;(\textit{fig. 4.})\;\underset{k}{\overset{2}{o}}\;(\textit{fig. 3.})$$

$$\underset{k'}{\overset{2}{o}}\;(\textit{fig. 4.})\;\underset{u}{\overset{\frac{2}{3}}{o}}\;(\textit{fig. 3.})\;\underset{u'}{\overset{\frac{2}{3}}{o}}\;(\textit{fig. 4.})\;\underset{x}{\overset{\frac{8}{3}}{O}}\;(\textit{fig. 3.})$$

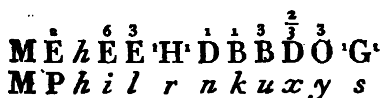
$$\underset{x'}{\overset{\frac{8}{3}}{O}}\;(\textit{fig. 4.})\;\underset{y}{\left(O_{\frac{5}{4}}\,C^1D^4\right)}\;(\textit{fig. 3.})\;\underset{y}{\left(O_{\frac{5}{4}}\,C^1D^4\right)}$$

$$(\textit{fig. 4.})\;\underset{s}{{}^1G^1}.$$

Les lettres M, P, *h*, *i*, *l*, *r*, *n*, *n′*, *k*, *k′*, *u*, *u′*, *x*, *x′*, *y*, *s*, indiquent ici les faces marquées des mêmes lettres sur les figures des sept variétés décrites ci-après.

2°. *Pour le prisme rhomboïdal oblique considéré comme noyau hypothétique.*

Les décroissemens paraissent sous une forme plus simple dans cette seconde notation, et la génération coordonnée des faces produites devient plus facile à concevoir pour les personnes peu exercées.



Les lettres *n*, *u*, *k* et *x*, correspondent aux faces marquées des mêmes lettres, avec ou sans le signe ′, dans les figures.

Nous allons maintenant rapporter les variétés de cristallisations qui résultent de la combinaison des faces produites en vertu des lois précédentes. Nous réduirons le signe théorique à sa plus simple expression.

Combinaisons trois à trois.

1re. VARIÉTÉ. *Unibinaire* ci-devant *divergent*.

Signe théorique $\begin{matrix} M & \overset{2}{O} & \overset{1}{C} \\ M & n & h \end{matrix}$ (*fig.* 6.)

Signe relatif au noyau hypothétique $\begin{matrix} M & \overset{1}{D} & h \\ M & n & h. \end{matrix}$

Quatre à quatre.

2e. VARIÉTÉ. *Sexoctonal.* $\begin{matrix} M & \overset{2}{O} & \overset{2}{C} & \overset{1}{C} \\ M & n & i & h \end{matrix}$
Signe théorique (*fig.* 7.)

Signe relatif au noyau hypothétique $\begin{matrix} M & \overset{1}{D} & \overset{6}{E} & h \\ M & n & i & h. \end{matrix}$

3e. VARIÉTÉ. *Dihexaèdre.* $\begin{matrix} M & {}^{1}E^{1} & \overset{5}{C} & \overset{1}{C} \\ M & r & l & h \end{matrix}$
Signe théorique (*fig.* 8.)

Signe relatif au noyau hypothétique $\begin{matrix} M & {}^{1}H^{1} & \overset{3}{E} & h \\ M & r & l & h. \end{matrix}$

4e. VARIÉTÉ. *Subpyramidé.* $\begin{matrix} M\,\overset{2}{O}\,\overset{\frac{2}{3}}{o}\,C \\ M\;n\;u\;\overset{1}{h} \end{matrix}$ Signe théorique (*fig.* 9.)

Signe relatif au noyau hypothétique $\begin{matrix} M\,\overset{1}{D}\,\overset{3}{B}\,h \\ M\;n\;u\;h, \end{matrix}$

5e. VARIÉTÉ. *Binobisunitaire* $\begin{matrix} M\,{}^{1}G^{1}\,\overset{2}{O}\,C \\ M\;s\;n\;\overset{1}{h} \end{matrix}$ Signe théorique (*fig.* 10.)

Signe relatif au noyau hypothétique $\begin{matrix} M\,{}^{1}G^{1}\,\overset{1}{D}\,h \\ M\;s\;n\;h. \end{matrix}$

Cinq à cinq.

6e. VARIÉTÉ. *Sexdécimal.* $\begin{matrix} M\,{}^{1}G^{1}\,\overset{2}{O}\,C\,C \\ M\;s\;n\;\overset{2}{i}\;\overset{1}{h} \end{matrix}$ Signe théorique (*fig.* 11.)

Signe relatif au noyau hypothétique $\begin{matrix} M\,{}^{1}G^{1}\,\overset{1}{D}\,\overset{6}{E}\,h \\ M\;s\;n\;i\;h. \end{matrix}$

Sept à sept.

7e. VARIÉTÉ. *Sexbisoctonal.* Signe théorique

$$\begin{matrix} M\,{}^{1}G^{1}\left(\underset{\frac{5}{4}}{O}\,C^{1}D^{4}\right)\overset{\frac{8}{3}}{O}\,\overset{2}{o}\,P\,C \\ M\;s\;\;y\;\;x\;k\;P\;\overset{1}{h} \end{matrix} \quad (\textit{fig. } 12.)$$

Signe relatif au noyau hypothétique $\begin{matrix} M\,{}^{1}G^{1}\,\overset{3}{O}\,\overset{\frac{3}{2}}{D}\,\overset{1}{B}\,\overset{2}{E}\,h \\ M\;s\;y\;x\;k\;P\;h. \end{matrix}$

Valeurs des angles.

Incidence de

	d.	'
M sur M.	97	46
M sur la face M de retour. . . .	82	14
M sur P.	127	52
M de retour sur P..	120	44
M sur *n*.	95	22
M de retour sur *h*.	84	38
M sur *i*.	113	17
M de retour sur *i*.	103	21
M sur *k*..	157	16
M sur *n*.	158	46
M sur *r*..	131	7
M sur *s*..	138	53
M sur *u*.	126	14
M sur *x*.	125	9
P sur P..	63	16
P sur la face P′ inférieure. . . .	116	44
P sur *h*.	121	38
L'arête C sur l'arête G.	97	7
h sur *k*..	107	22
h sur *i*.	151	34
h sur *l*..	132	44
h sur *n*.	116	36
h sur *u*..	156	39
h sur *s*.	97	7
h sur *y*.	133	9
i sur *i*.	123	8
k sur *k*.	111	50
n sur *n*.	107	34
s sur *y*.	143	58
u sur *u*.	127	58
x sur *x*.	114	36

Il n'était pas facile de mettre les variétés du carbonate de Chessy qui viennent d'être décrites en rapport avec celles qui constituent les cristaux de Sibérie. M. Haüy avait tenté plusieurs fois de les comparer, sans obtenir de résultat satisfaisant. Les cristaux de Sibérie semblaient déroger à la loi de symétrie, lorsqu'il essayait de ramener leur forme à l'octaèdre primitif du cuivre de Chessy; mais des observations récentes ont fait évanouir les difficultés. M. Haüy a reconnu que, pour mettre en position les cristaux de Sibérie, il fallait donner à l'axe des prismes une direction horizontale. On reconnaît alors combien la figure prismatique est spécieuse, et comment elle est occasionnée par l'extension que des facettes analogues aux facettes *h*, *y* et *s* (*fig.* 12), prennent aux dépens de toutes les autres. Indépendamment de cet allongement qui a lieu dans le sens de la ligne *eh* (*fig.* 2), on remarque sur les cristaux quelques facettes dues à des lois qui diffèrent de celles que nous avons exposées ci-dessus; mais ces modifications sont analogues à celles qu'on remarque dans les cristaux de toute substance minérale, lorsqu'ils proviennent de localités diverses. Les indications de la division mécanique, devenues plus faciles à interpréter, n'ont d'ailleurs laissé aucun doute sur l'identité de forme primitive entre les deux carbonates. . . . .

Les cristaux obtenus par M. Sage présentent au premier aperçu quelques rapports remarquables avec le carbonate naturel. Ils affectent une belle couleur bleue lorsqu'ils sont récemment obtenus; ils sont effervescens, et dérivent

d'un octaèdre à triangles scalènes, dont les deux grandes arêtes doivent être placées verticalement pour qu'ils soient en rapport de position avec ses formes secondaires. Mais la division mécanique fait bientôt reconnaître que l'inclinaison des joints naturels conduit à un octaèdre différent de celui du cuivre carbonaté. La dureté est sensiblement moindre; les surfaces s'effleurissent par une assez courte exposition à l'air libre, et la couleur passe du bleu au vert bleuâtre et au blanc verdâtre; enfin la composition paraît n'être pas la même, et ce qu'en dit Fourcroy suppose qu'il y entre de l'ammoniaque (1). Tels sont les motifs très-plausibles sur lesquels M. Haüy se fonde pour attaquer la réalité d'une analogie qui paraît avoir été trop facilement admise dans le principe. J'ai moi-même fait quelques épreuves pour vérifier de nouveau la différence de composition. J'ai remarqué que les cristaux de M. Sage se dissolvaient beaucoup plus promptement dans l'acide muriatique que le cuivre bleu. Leur dissolution mêlée de potasse caustique en excès et évaporée à siccité, n'a point donné le moindre indice d'ammoniaque. Au chalumeau, l'azur artificiel décrépite vivement, ce qui n'a pas lieu pour l'azur naturel. La chaleur fait perdre à l'un une bien plus grande partie de son volume qu'à l'autre. Enfin, le premier chauffé dans un tube laisse facilement dégager une quantité d'eau beaucoup plus

(1) *Élémens d'Histoire naturelle et de Chimie*, 1789, *tome III*, *p.* 324.

considérable. J'ai opéré sur des fragmens extrêmement petits; mais ces épreuves attestent suffisamment que la composition est différente. Je ne crois pas que l'azur artificiel contienne d'ammoniaque. Il me semble qu'on doit le regarder comme une combinaison d'hydrate de cuivre avec une assez faible quantité de carbonate du même métal.

Jusqu'ici tous les minéralogistes ont regardé le cuivre carbonaté bleu et le vert appelé malachite comme deux espèces distinctes; mais au jugement de M. Haüy diverses observations semblent indiquer que ces deux substances pourraient bien appartenir à la même espèce. Sa collection présente en effet des cristaux de Chessy d'un vert foncé, qui paraissent avoir été originairement de cette couleur, et dont les formes rentrent parmi celles qui dérivent de l'octaèdre primitif décrit ci-dessus. Il en possède d'autres dont une partie est bleue et l'autre verte. Ayant divisé mécaniquement des aiguilles de cuivre carbonaté vert de Sibérie et de Reinbreitbach, le résultat très-net de cette division lui a paru conduire à un octaèdre semblable à celui qu'on retire du cuivre carbonaté bleu.

M. Haüy considère de plus, que les analyses faites par M. Vauquelin et Klaproth, des mines bleue et verte, n'ont donné que des différences assez légères entre les quantités respectives des principes composans, pour que l'on soit fondé à les rejeter sur les opérations elles-mêmes (1);

(1) Voyez les *Annales du Muséum d'Histoire naturelle, tome XX, p.* 1 et suivantes.

voici ces analyses (1) :

		Vauquelin.	Klaproth.
Cuivre bleu :	Cuivre.	56,	56
	Acide carbonique.	25,	24
	Eau..	6,50	6
	Oxigène.	12,50	14

		Vauquelin.	Klaproth.
Cuivre vert :	Cuivre.	56,10	58,
	Acide carbonique.	21,25	18,
	Eau.	8,75	11,50
	Oxigène..	14,	12,50

Enfin M. Haüy pense que la diversité de couleur pourrait ne dépendre que de quelque circonstance accidentelle. On n'est point embarrassé pour citer des exemples à l'appui de cette opinion. Parmi les cristaux de cuivre arseniaté en octaèdre obtus qui sont en général d'un bleu céleste, il s'en trouve d'un vert foncé. Dans quelques-uns la partie située vers le centre est bleue, et celle qui avoisine la surface est verte; et il est visible que cette dernière n'est pas l'effet d'une altération. Les cristaux d'urane oxidé qu'on trouve en France sont jaunes, ceux d'Allemagne et d'Angleterre sont verts. Le passage de l'orangé au rouge a fréquemment lieu dans l'arsenic sulfuré ; il est d'autant plus naturel d'attribuer ces sortes de passages à de simples accidens, que les deux couleurs sont toujours celles dont l'une succède immédiatement à l'autre dans le spectre solaire.

(1) Par des expériences plus récentes, M. Vauquelin a trouvé 25 1/4 d'acide dans le cuivre bleu et 19 3/4 dans le cuivre vert. Il pense que ces différences sont compensées par un peu moins d'eau dans le premier et par une plus grande quantité de ce principe dans le second.

D'après ces considérations, M. Haüy estime que, dans l'état de nos connaissances, il y a peut-être plus de motifs pour réunir les deux carbonates que pour continuer à les séparer. S'il lui reste des doutes, c'est sur-tout parce qu'il a été frappé de l'interprétation que M. Berzelius paraît disposé à donner aux analyses précédentes. En effet, d'après ce que j'ai recueilli de cet illustre chimiste, on doit croire que le cuivre bleu est une combinaison définie de carbonate neutre et d'hydrate, tandis que le cuivre vert est un sous-carbonate avec eau de cristallisation.

Je ne dois pas négliger d'ajouter aux précieuses observations de M. Haüy quelques détails sur le gisement du cuivre carbonaté de Chessy. Sa découverte a enrichi la France d'une nouvelle mine, et l'Administration a dû s'occuper du meilleur mode d'exploitation. Ce qui suit est extrait d'un rapport que j'ai fait en 1813, au Conseil général des Mines, sur les projets de travaux proposés par les ingénieurs Descostils et Guenyveau.

Le cuivre bleu de Chessy est fréquemment accompagné de carbonate vert et d'oxide rouge. Il se présente disséminé dans un terrain de grès ancien, reposant immédiatement sur le sol primitif, et recouvert à peu de distance de là par des couches de calcaire coquillier que je crois analogue à celui du Jura.

La puissance des bancs de grès varie de 1 à 12 mètres. Ils plongent d'environ 55 degrés au sud-est; leur grain se montre fort irrégulier, quoique ordinairement assez fin. Ils sont formés de quarz gris, de feldspath d'un blanc grisâtre et d'un peu de mica argentin; une partie du

feldspath affecte un état de décomposition plus ou moins avancée. La roche est en outre fréquemment mêlée d'une petite quantité d'argile jaunâtre, rougeâtre ou grise; il s'ensuit que sa consistance et sa couleur varient beaucoup: en général elle est grise, facile à entailler au pic, ou même en partie friable.

Les bancs sont fréquemment séparés par des couches minces d'argile schisteuse endurcie, à teintes grises, verdâtres, ou même parfois rougeâtres.

Tout ce terrain s'appuie en couches transgressives sur le sol primitif. Ce dernier se compose de schiste argileux, et renferme, à peu de distance du plan de superposition, un filon (ou masse allongée) très-puissant de cuivre pyriteux, qui a fait long-temps l'objet d'une exploitation considérable. Ce gite n'a absolument aucun rapport avec celui du cuivre bleu, malgré sa singulière proximité. La découverte de celui-ci a eu lieu au moyen d'une galerie de recherche, qu'on chassait vers le sud-est, dans le but de reconnaître s'il n'existait pas quelque branche latérale du filon de cuivre pyriteux. On ne fut pas long-temps à sortir du sol primordial, et on continua à travers bancs dans les grès, sans s'apercevoir qu'on perçait un tout autre terrain. Cette heureuse méprise permit bientôt d'atteindre les bancs métallifères, et de trouver ce qu'on ne cherchait pas et ce qu'aucune règle de l'art n'aurait pu faire découvrir. La galerie de recherche ayant été poursuivie, le terrain de grès a été reconnu sur épaisseur totale d'environ 80 mètres, prise perpendiculairement à la direction. On dut abandonner la poursuite après

avoir constaté qu'un grand nombre de bancs stériles succèdent aux bancs métallifères.

Le gîte consiste en quatre bancs très-rapprochés et situés à peu de distance du sol primitif; voici les dimensions à commencer par le banc inférieur, la puissance prise perpendiculairement au plan de stratification.

1er. Banc métallifère. . .	6 mètres.
Banc stérile.	5
2e. Banc métallifère. . .	6
Banc stérile.	2
3e. Banc métallifère. .	3
Banc stérile.	1
4e. Banc métallifère. .	1
	24

Il est à remarquer que le dernier banc se confond en quelques endroits avec le troisième.

Le cuivre bleu se montre très-irrégulièrement disséminé dans l'étendue de la roche; tantôt c'est en amas de la grosseur de la tête, tantôt en rognons gros comme le poing, tantôt en veinules de quelques décimètres, et tantôt en mouches plus ou moins petites. Une partie des masses paraissent formées de carbonate pur; le plus ordinairement elles sont pétries de grains de quarz et de feldspath, et prennent alors avec plus ou moins d'exactitude l'aspect d'un grès à ciment d'azur; leur cassure n'en présente pas moins des faces planes et miroitantes qui décèlent une aggrégation régulière dans la matière métallique. On trouve les groupes de cristaux enveloppés dans une argile fine, rougeâtre ou blanchâtre, et qui dans ce dernier état ressemble, soit à de la terre à foulon, soit à de la

terre à porcelaine durcie, soit même à de la lithomarge. Cette argile se fond avec la roche environnante ; elle y forme en outre des nids stériles. Les cristaux de cuivre bleu s'échafaudent confusément les uns sur les autres; rarement sont-ils en géodes; communément ils hérissent toute la surface des rognons ; on en voit aussi de tout-à-fait isolés dans la terre argileuse.

Le cuivre carbonaté vert et l'oxide rouge, quoiqu'infiniment moins abondans et en masses ordinairement moins volumineuses, affectent au milieu des grès les mêmes manières d'être que le cuivre carbonaté bleu : tantôt ces substances lui sont mêlées, tantôt elles se trouvent à part. La première offre presque toujours une structure fibreuse radiée, avec les teintes vives des plus belles malachites; la seconde se présente constamment sous forme de cristaux groupés ou solitaires, qui sont fréquemment l'objet d'une épigénie plus ou moins avancée, qui, sans les déformer, les change en carbonate vert compacte ou rayonné confusément.

La disposition de la matière métallique dans l'étendue du gîte annonce qu'elle a exercé une très-grande force cristallisante; et cette considération n'est pas sans importance sous le point de vue théorique. En effet, il ne s'agit pas ici d'un gîte où tous les élémens peuvent être regardés comme étant incontestablement contemporains. Les bancs métallifères, comme les bancs environnans, font partie d'un puissant terrain composé de matériaux évidemment transportés. Si la matière métallique est contemporaine au dépôt, on ne conçoit pas pourquoi elle ne s'est pas

également répartie dans la roche, ou du moins dans chacune des assises qui en renferment. Si elle s'est infiltrée postérieurement, on ne voit pas comment elle a pu trouver les vides que supposerait la pureté d'une partie des masses. Je ne fais, au reste, qu'indiquer la difficulté. Après avoir bien pesé les conditions du cas particulier dont il s'agit, et celles de plusieurs autres cas qu'on doit regarder comme analogues, j'avoue que l'intervention des matières métalliques dans *les terrains de transport* ne me paraît jusqu'à présent susceptible d'aucune explication satisfaisante.

RAPPORT

SUR

LES RECHERCHES ET LES ESSAIS

DE LA

MINE D'ÉTAIN DE PIRIAC,

DÉPARTEMENT DE LA LOIRE-INFÉRIEURE;

PAR MM. JUNCKER et DUFRENOY, Aspirans au Corps royal des Mines.

La partie du département de la Loire Inférieure qui vient d'être l'objet de nos recherches, est limitée au midi par l'embouchure de la Loire; au nord par celle de la Vilaine; à l'est par les marais tourbeux de Montoir; et à l'ouest par la mer.

A l'exception d'une petite chaîne de collines qui s'étend de Saint-Nazaire peu au-delà de Guérande, et qui forme la digue occidentale des marais que nous venons de citer, cet espace est extrêmement plat, et particulièrement la pointe de Piriac. La nature du sol est entièrement masquée par une couche plus ou moins épaisse de terre végétale ou de gravier, qui n'est déchirée par aucun cours d'eau, par aucun ravin. On n'y remarque aucun de ces accidens qui puissent ou charmer les yeux du voyageur ou attirer l'attention du géologue; aussi n'est-il pas étonnant que la découverte des richesses que ce terrain paraît recéler soit si récente, et due presque au hasard.

En effet, M. de la Guérande, ancien officier de marine, habitant de Piriac, qui avait été pendant long-temps prisonnier en Angleterre, aux environs des mines d'étain de Cornouailles, étant allé à la pêche, et ayant eu besoin d'un corps pesant pour ses lignes, ramassa un galet dont la pesanteur le frappa. Il reconnut ce galet pour de la mine d'étain, en le comparant, chez lui, à un échantillon de Cornouailles.

Ce fait ayant éveillé son attention, il découvrit non-seulement d'autres galets, mais encore du sable et des veines stannifères.

M. de la Guérande fit part de sa découverte, d'abord à M. de Mondoret (propriétaire de la terre de l'Auvergne), qui envoya des échantillons à MM. Athenas et Dubuisson, de Nantes. Ces minéralogistes, voulant constater un fait aussi intéressant, se transportèrent sur les lieux, où ils reconnurent, à l'aide de M. de la Guérande, la présence de l'étain oxidé. Ce dernier eut la même complaisance pour M. Stersart du Buron, qui s'y rendit également quelque temps après.

MM. Athenas et Dubuisson adressèrent de suite, à M. le comte Laumond, alors directeur général des mines, une lettre dans laquelle, après avoirdonné une description du terrain, ils demandaient qu'on prît acte de leur déclaration. M. Mathieu, ingénieur en chef, d'après les ordres du directeur général, fit un rapport qui confirma cette découverte. Enfin, en août 1817, M. Baillet, inspecteur divisionnaire, dans le voyage qu'il fit en Bretagne, s'empressa d'aller visiter ce gisement important. D'après son rapport et ses observations, nous avons été chargés

d'explorer la côte avec plus de détails qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, et d'y faire quelques recherches.

C'est sur le bord de la mer seulement, loin des routes, le long d'une côte escarpée et déchirée par les vagues, et dirigée en travers des couches, qu'il nous a été possible d'étudier le terrain, et de parvenir à la connaissance exacte de sa constitution géologique, et de toutes les circonstances du gisement de l'étain oxidé.

Après avoir acquis ces connaissances préliminaires, il nous a été possible de rechercher avec plus de sûreté, et au moyen de quelques travaux, les mêmes caractères, les mêmes circonstances sur d'autres points, et notamment dans l'intérieur des terres, dans les îles et îlots voisins du rivage, et de généraliser ces premières observations. Mais il ne suffisait pas, pour remplir entièrement le but de notre mission, de reconnaître la présence et l'étendue du minerai d'étain ; il fallait encore le soumettre à différentes expériences, pour acquérir quelques données sur le traitement métallurgique qu'il conviendra d'y appliquer, et pour juger de la qualité du métal qu'il produit.

Nous diviserons donc ce rapport en trois sections :

La première aura pour objet l'examen de la constitution géologique de la côte.

Dans la seconde, nous ferons connaître les ouvrages de recherches et d'exploitation que nous avons entrepris, non-seulement sur le bord de la mer, mais encore dans l'intérieur des terres, pour acquérir des données certaines sur le gisement de l'étain.

La troisième aura pour objet les essais métallurgiques qui ont été exécutés sur le minéral exploité.

PREMIÈRE SECTION.

Examen de la constitution géologique de la côte.

Le terrain de la côte, depuis Saint-Nazaire jusqu'à l'embouchure de la Vilaine, comprend deux formations distinctes, mais primitives. La première, entièrement granitique, s'étend depuis Saint-Nazaire jusqu'à environ 2 kilomètres au sud-sud-ouest de Piriac.

La seconde, schisteuse, forme la presque totalité du reste de la côte. C'est à la séparation de ces deux formations, c'est-à-dire, à l'extrémité septentrionale du granite, que se rencontre l'étain oxidé.

Groupe granitique.

Le granite de Saint-Nazaire, de Guérande et du Croisic, est généralement à petits grains, gris-brunâtre, avec mica noir, souvent traversé en tous sens par de nombreuses veines de quarz-hyalin fétide. Il contient quelquefois de la tourmaline cristallisée ainsi que du feldspath. Dans quelques endroits (à la Turballe et à Clis), ce dernier se trouve seul avec le quarz, et produit le minéral appelé *granite graphique*, qui se rencontre dans les terrains de plus ancienne formation.

Le granite présente quelquefois des appa-

rences de stratification. Les couches paraissent courir du sud-est au nord-ouest, et plonger vers la mer, c'est-à-dire au sud-ouest, sous un petit angle avec le plan horizontal. Il renferme peu de couches subordonnées; on y observe seulement quelques bandes peu épaisses de schiste très-micacé, ou plutôt de mica en masse, et du granite à très-gros grains, notamment à Clis et au Pouliguen.

La partie de la côte, comprise entre le Croisic jusqu'à environ 1500 mètres au sud-sud-ouest de Piriac, est encore granitique, et présente à-peu-près les mêmes caractères que le précédent jusqu'aux deux tiers de la distance, c'est-à-dire, qu'on y voit des veines de quarz, de quarz et tourmaline, de quarz et feldspath, du granite graphique et du granite à grains très-fins.

A mesure qu'on approche du point que nous venons d'indiquer, qui est au lieu de la séparation des deux groupes primitifs, le grain du granite grossit, et particulièrement dans les 400 derniers mètres qui recèlent l'étain oxidé. On n'y observe plus la moindre trace de stratification; les veines deviennent plus nombreuses et plus puissantes, et ne contiennent plus guère que du quarz hyalin. Point (1) de la carte.

Toute cette étendue de côte est recouverte d'une couche plus ou moins épaisse de sable quarzeux; une espèce de dune ou falaise aride, formée de ce même sable accumulé par les vents et les vagues, à plusieurs mètres de hauteur, longe la mer et lui sert de digue. Aussi n'est-ce que sur quelques masses de rescifs, que la mer découvre en se retirant, que nous avons pu faire nos observations.

A peu de distance de la séparation des deux terrains (suivant la ligne *A T* du plan), la dune de sable commence à s'élever; plus loin elle laisse voir le fond granitique qu'elle masquait auparavant; et bientôt elle se réduit à quelques décimètres d'épaisseur de sable, qui recouvre le rocher de plus en plus escarpé et dominant une plage sablonneuse que les marées baignent successivement.

Groupe schisteux.

Le granite cesse près du hameau appelé *Penhareng*, et se trouve remplacé par une suite assez remarquable de roches schisteuses.

La surface de séparation des deux terrains, du moins la partie qu'on peut observer sur la côte, est assez régulière, à l'exception de deux pointes que le granite forme dans le schiste et autour duquel ce dernier se contourne : elle se dirige du nord-ouest au sud-est.

N°. 2 de la carte. La première roche de ce groupe, composée de mica et de quarz en proportions très-variées, occupe un espace d'environ 50 mètres dans les parties plus voisines du granite; le mica d'un jaune d'or est surabondant, et la roche est très-tendre et décomposée.

Plus loin, le quarz augmente et communique au composé sa dureté et son inaltérabilité. Il est alors rougeâtre par places, et jaune dans d'autres; quelquefois même le quarz est seul, sans mica apparent, sans que la structure schisteuse de la roche soit changée; seulement elle est très-contournée en petit, et renferme dans ses replis des rognons de quarz.

N°. 3. La roche qui suit immédiatement cette der-

nière est composée de mica et de tourmaline en aiguilles très-déliées se croisant en tous sens, et d'un peu de quarz. Elle n'est point contournée, et renferme des veines de quarz et de feldspath parallèles aux feuillets.

La tourmaline y est quelquefois si abondante, qu'elle y forme des bandes, ou veines noires, qui lui donnent une structure rubanée.

La troisième roche qui forme la pointe dite du *Bichet* est composée de grains de quarz et de feldspath cristallisé disséminés dans une pâte de mica d'un gris verdâtre; elle renferme dans le sens des feuillets, tantôt des veines de quarz, tantôt de feldspath qui présentent souvent des renflemens considérables. N°. 4.

La quatrième roche diffère de la précédente, en ce que les grains de quarz et le feldspath ne s'y trouvent plus; la pâte y est seule, elle est d'un gris verdâtre très-tendre et onctueuse au toucher. N°. 5.

Elle est recouverte par une roche assez singulière; c'est un quarz ayant une structure schisteuse imparfaite, d'un noir foncé, renfermant entre ses feuillets une substance noire, brillante, tachant fortement les doigts et probablement combustible (1). Cette roche forme plutôt de grandes veines très-contournées et entrelacées par des veines de quarz jaune, que des couches proprement dites. N°s. 6, 7 et 8.

On y a rencontré aussi des veines très-minces de fer oxidé jaune compacte, parallèles aux feuillets.

---

(1) Nous disons *probablement*, parce qu'il nous a été impossible d'isoler une suffisante quantité de cette substance pour nous en assurer d'une manière positive.

La mer a creusé dans cette roche une grotte très-profonde, dite de *Madame*.

Nos. 9 et 10. Une roche éminemment schisteuse, composée de mica blanc verdâtre, de grains de quarz et de feldspath, et quelquefois de grenat cristallisé, occupe ensuite toute la partie de la côte comprise entre la grotte de Madame et la
N°. 11. pointe du Castelli, où la côte, après avoir atteint la plus grande hauteur (10 ou 12 mètres), s'abaisse de nouveau progressivement. Elle est suivie par la roche n°. 4, puis par la même roche quarzeuse noire que nous venons de décrire.

N°. 12. Enfin, au-delà de la pointe du Castelli, près d'une grotte nommée *le Trou du moine fou*, on retrouve du granite à grains moyens, assez semblable du reste à celui qui précède le groupe schisteux, mais de peu d'étendue; il cesse au milieu du port de *Piriac*, près duquel il participe à la structure schisteuse du reste du terrain.

Ce granite est recouvert par un schiste gris verdâtre, d'abord micacé (composé de quarz et de mica), mais qui change bientôt de nature, devient amphibolique et passe au grünstein.

Le premier de ces schistes renferme entre les feuillets quelques taches de fer sulfuré, et constitue le sol de la côte depuis le port de Piriac jusqu'aux environs de Port-au-Loup. Le second contient, comme mélange accidentel, du grenat souvent en grande quantité, du fer oxidulé, et s'étend depuis Port-au-Loup jusqu'au passage de Tréhiguier sur la Vilaine.

Toutes ces couches qui ont une direction constante du sud-est au nord-ouest, à-peu-près, présentent, quant à leur inclinaison, une disposition remarquable. Celles qui suivent immédiatement

vers le nord le premier granite, celui qui est stannifère, et jusque vers le milieu de la roche verdâtre n°. 6, située entre les pointes du Bichet et du Castelli, plongent vers le nord-est sous un angle de 45 à 50°., avec la verticale, tandis que les autres plongent vers le sud-ouest sous un angle de 60 à 80°., et recouvrent le deuxième granite du Trou du moine fou. Ce dernier enfin est superposé au schiste du port Piriac qui s'enfonce sous lui vers le sud-ouest avec un angle de 40 à 60°., et une direction du sud-ouest au nord-est comme la presque totalité des roches de la Bretagne.

Il paraît donc évident : 1°. que les deux groupes que nous venons de décrire successivement appartiennent à deux formations différentes ; 2°. qu'ils sont essentiellement primitifs, et que le premier, celui qui renferme les indices d'étain, est le plus ancien. C'est aussi particulièrement sur ce dernier que s'est portée notre attention.

Nous allons maintenant rapporter les observations et les recherches que nous avons faites pour parvenir à la connaissance des caractères et des circonstances du gisement de l'étain oxidé.

IIe. SECTION.

Gisement de l'étain oxidé, et travaux de recherche.

Le minerai d'étain présentant deux manières d'être différentes sur la côte, nous diviserons cette section en deux parties.

Dans la première nous parlerons du minerai en place ; dans la deuxième, de celui d'alluvion.

CHAPITRE PREMIER.

Étain oxidé en place.

Les indices d'étain se rencontrent dans les 400 derniers mètres du terrain granitique, et à 1500 mètres environ au sud-sud-ouest de Piriac, la roche ou les veines qui le renferment ne se laissent apercevoir à nu que dans les nombreux rescifs avancés dans la mer, et qui, à l'exception de quelques pointes ou sommités, sont couverts par chaque marée. Le reste du rivage jusqu'à l'escarpement qui le termine et contre lequel la mer se brise dans les mauvais temps, est ordinairement couvert d'une couche assez épaisse de sable qui, dans plusieurs endroits, est cependant interrompue par des masses de granite, ou des veines de quarz saillantes plus dures et plus tenaces que le reste, et qui ont résisté à l'effet des vagues et à la décomposition.

Aux environs des équinoxes et sur-tout de celui d'automne, il arrive quelquefois que la mer enlève cette couche de sable et de gravier, et permet, en se retirant, d'observer la structure ainsi que l'allure des veines qui traversent le sol en tous sens. Mais bientôt (ordinairement à la marée suivante), les mêmes sables sont ramenés, et c'est aux habitans de Piriac seulement qu'il est donné de profiter de ces instans précieux, pour observer les veines et recueillir sans peine les fragmens de minéral arrachés de leur gîte, et lavés par la mer.

Pour connaître l'épaisseur de cette couche de sable, et afin de pouvoir étudier le terrain qu'il recouvre, nous avons fait ouvrir parallèlement

à la côte, une tranchée large d'un mètre, profonde de deux, sur une longueur de 200 mètres, jusqu'à la séparation des terrains granitiques et schisteux. Nous avons établi cette tranchée, autant que possible, hors de la portée des hautes marées aux syzygies ; pour l'en garantir encore mieux, nous avons fait jeter tous les déblais du côté de la mer.

Le sable qui couvre le sol n'ayant que 3 à 4 décimètres d'épaisseur, a été bientôt traversé. Nous avons constamment trouvé dans les inégalités de la surface du granite qu'il recouvrait, du sable d'étain et des galets ayant moyennement 2 à 3 millimètres de diamètre, et dont plusieurs présentent encore des formes cristallines.

Ce minéral est le produit d'un véritable lavage opéré par la mer, dans les gros temps.

Le granite qui s'est trouvé dessous est généralement très-tendre, et le feldspath est à l'état de kaolin. Cette circonstance a fait dire improprement que l'étain oxidé se trouvait à Piriac dans de l'argile.

Ce granite, de même que celui des massifs de rochers avancés dans la mer, est traversé par des veines nombreuses de quarz hyalin blanc, grisâtre et fétide, renfermant souvent des cristaux de feldspath et du mica. Ces veines ont des puissances très-variables, depuis 1 et 2 centimètres jusqu'à plusieurs mètres. Les directions et les inclinaisons étant aussi très-inconstantes, elles se croisent dans tous les sens ; présentent souvent des renflemens considérables et formant par leur ensemble un véritable stockwerck, analogue à ceux de Geyer en Saxe, et présentant une disposition semblable à celle de

la magnésie carbonatée et du quarz résinite dans la serpentine du Piémont.

Il est à remarquer que peu de ces veines (1) sont métallifères, et que sur plus de dix, recoupées par la tranchée, deux seulement ont présenté de l'étain oxidé, mais irrégulièrement et sans suite.

La dernière veine au nord, l'une des plus importantes de la côte, a été suivie par une branche de la tranchée jusqu'au terrain schisteux. A l'approche de ce terrain, la veine dont la puissance est restée assez constante, et l'inclinaison différant peu de la verticale, s'est infléchie, et s'est dirigée vers la mer suivant la ligne de séparation de ces deux terrains; c'est-à-dire, de nord-est sud-est qu'elle était, elle est devenue nord-nord-ouest sud-sud-est.

Son autre extrémité (tournée vers l'est) a diminué subitement de puissance en entrant dans la côte, et se termine probablement à peu de distance.

Il en est de même d'une autre veine stérile, de 1 à 3 mètres de puissance, distante de la précédente de 60 mètres. Après avoir tenu une position régulière est-ouest, pendant 50 à 60 mètres, elle se perd brusquement à l'ouest

(1) Nous employons ici le mot *veines* avec une acception qu'il n'a pas toujours; car on l'applique plus ordinairement aux fentes disposées parallèlement aux couches, tandis que dans le gisement en question elles portent celui de *petits filons*; mais comme le mot *filon* emporte ordinairement l'idée d'une fente remplie par des infiltrations postérieures, et que le gisement de l'étain oxidé nous a présenté tous les caractères de la contemporanéité de formation avec le granite, nous avons cru devoir conserver le mot *veine*.

dans les rochers du côté de la mer, et diminue aussi beaucoup à l'est en entrant dans la côte où elle se termine non loin de là.

Il paraît, au surplus, que ces deux veines qui sont saillantes au-dessus du sable, et dont on ne peut espérer aucune suite, ont été regardées jusqu'à présent comme des filons par des personnes qui n'ont pu les observer que superficiellement, attendu qu'elles en présentent au premier aspect quelques caractères.

La tranchée a été poussée de quelques mètres dans le schiste quarzeux micacé qui recouvre le granite; mais on n'y a rien trouvé.

Plusieurs des veines qui sillonnent les rochers couverts par les marées, et principalement celles qui environnent la sommité dite *du tombeau d'Almanzor*, ayant été reconnues stannifères, nous les avons attaquées dans l'intention d'observer la manière d'être du minéral dans son gîte, de voir s'il y est abondant, s'il se poursuit en largeur et en profondeur, etc.

Nous avons reconnu que l'étain oxidé se trouve par nids et par veines, accompagné de quarz et de mica souvent décomposés.

En nids, lorsque le quarz est abondant; en veines, au contraire, lorsque le mica est prépondérant; dans ce dernier cas l'étain est en plus grande quantité, et on remarque qu'il augmente d'autant plus que le mica et le granite sont plus décomposés; l'étain alors est désagrégé et friable.

Dans la plupart des gîtes que nous avons explorés, le minéral n'a eu aucune suite; dans d'autres il s'est considérablement affaibli, et se serait probablement bientôt terminé.

Malheureusement ces recherches n'ont pas

pu avoir toute l'étendue que nous désirions ; sur-tout en profondeur, parce que la mer remplissant nos travaux à chaque marée, l'épuisement que nous faisions avec une pelle hollandaise devenait très-long et très-dispendieux.

Toutes ces tentatives ont produit environ 500 kilogrammes de minéral brut qui ont été envoyés à Poullaouen pour y être purifiés avec avantage.

La présence de l'oxide d'étain, disséminé en parties souvent invisibles dans le granite, formant la richesse de la plupart des mines de Cornouailles, de Saxe et de la Haute-Vienne, nous a engagés à rechercher avec soin une roche analogue ; mais il nous a été impossible de la découvrir.

Pour nous en assurer, des échantillons très-volumineux (de 200 kilogrammes chaque), ont été transportés à Poullaouen, broyés sous une meule, et lavés sur une table jumelle ; ils n'ont point indiqué de traces d'étain ; mais ce qui a le plus augmenté nos regrets, c'est que nous avons trouvé près du port Lerat (situé à un quart de lieue sud du foyer stannifère), un bloc isolé pesant 150 à 200 kilogrammes d'un granite à grains plus fins que celui qui compose le reste de la côte, renfermant des taches nombreuses d'étain oxidé.

Les perquisitions que nous avons faites dans la partie schisteuse de la côte, ou de deuxième formation, n'ont pas eu des résultats plus heureux ; nous n'y avons pas découvert une trace d'étain d'oxidé en place, quoique, dans quelques endroits, le sable de la plage en contienne, comme nous l'indiquerons plus bas.

Nous avons pilé 200 kilogrammes d'un schiste

au pied duquel se trouvait de l'étain; cet essai a été également infructueux.

Après avoir étudié la nature de la côte, sa structure, et les différentes circonstances du gisement de l'étain, nous avons levé la carte topographique de tout le terrain qui nous intéressait, pour nous guider dans la recherche des mêmes caractères dans l'intérieur des terres. Ces recherches nous ont paru d'autant plus utiles, que les veines quarzeuses sont beaucoup moins abondantes dans les granites les plus avancés dans la mer, et sur-tout parce qu'on ne rencontre plus dans cette partie le moindre indice minéral.

Ces remarques nous ont fait présumer que le gisement s'étend dans l'intérieur vers le sud-est, et que les indices qu'on observe sur la côte en sont l'extrémité.

Travaux dans l'intérieur des terres.

Différentes considérations, auxquelles nos travaux étaient subordonnés, ont rendu difficile le choix de leur emplacement.

Il fallait les établir : 1°. sur le prolongement présumé de la bande métallifère.

2°. À une distance assez grande de la côte, pour s'assurer de l'étendue du gisement.

3°. Nous conformer aux ordres que nous avons reçus, de n'entreprendre aucun travail dans les propriétés particulières.

La carte que nous avons levée nous ayant indiqué quelques chemins remplissant ces différentes conditions, nous y fîmes en conséquence creuser quatre puits.

L'emplacement du premier puits a été déterminé par la présence d'un grand bloc de quarz renfermant quelques tâches d'étain, situé dans les vignes environ à 700 mètres du bord de la mer, à-peu-près sur le prolongement de la bande métallifère, et ne paraissant pas avoir été roulé.

Ce puits, profond de 4 mètres, ayant rencontré le schiste n°. 1, et n'ayant présenté aucun indice du gisement d'étain, nous l'avons abandonné, après avoir acquis la certitude qu'il laissait le terrain granitique au sud-ouest. Nous nous sommes donc portés vers cet orient pour y établir le second puits (*N.*); nous avons bientôt reconnu qu'il était percé dans un granite décomposé, identique avec celui de la côte et traversé comme lui par plusieurs veines de quarz, mais stériles.

Quoique l'absence du minéral dans cet endroit pût s'expliquer facilement en observant que les tranchées faites sur la côte avaient démontré qu'il existait des espaces stériles considérables entre les différentes veines, nous avons craint d'être trop au sud-ouest, et nous avons établi le troisième et le quatrième puits entre les deux premiers.

Le troisième puits (*O.*), percé dans le schiste n°. 1, comprenant des couches ou veines de tourmaline aciculaire dans du mica, ayant rencontré à 6 minutes un rognon de terre blanche semblable à du granite décomposé, nous ne l'approfondîmes pas davantage, et nous passâmes une galerie dans ce rognon; mais à 3 minutes de distance la terre blanche disparut, et nous ne trouvâmes pas le granite, ainsi que nous l'avions espéré.

L'enlèvement des déblais devenant très-dispendieux, et le boisage commençant à être nécessaire, nous n'avons pas donné à cette galerie une plus grande longueur.

Le quatrième puits (*P.*), placé plus au nord-est, a présenté à-peu-près les mêmes caractères.

La distance entre ces deux derniers puits et le second n'étant que de 25 minutes, on peut en conclure que ce dernier se trouvait sur le prolongement et sur la limite de la bande métallifère, mais dans un endroit stérile.

Quoique ces travaux entrepris à quelque distance de la côte n'y aient pas constaté l'existence de l'étain, ils ont servi à confirmer l'opinion que les couches suivent une ligne nord-ouest-sud-est, et ils indiquent à-peu-près la lisière sur laquelle il conviendra de faire des recherches nouvelles et plus étendues.

Cette direction bien connue nous a servi dans l'exploration des îles et îlots voisins, et notamment dans celle de l'île du Met. Cette île, la principale dans un rayon de 10 lieues, est située à 2 lieues en mer de Piriac ; elle laisse le terrain granitique au sud. Les couches qui constituent son sol sont un grünstein, un quarz micacé, et un schiste micacé. Le grünstein renferme aussi des veines de chlorite et des rognons de diallage.

Ces différentes couches plongent vers le sud-ouest et font avec la verticale un angle de 25 à 30°.

Nous avons pensé (toujours dans la supposition que la bande métallifère conserve sa même direction), que les îles d'Hédic et de Hoüat, situées à 12 lieues en mer, ont un sol grani-

tique, mais ne peuvent point contenir de minéral, et qu'il n'y a dans ces parages que la pointe de Quiberon, et peut-être l'île des Grouais, près Lorient, où l'on puisse espérer quelques succès des recherches qu'il conviendrait d'y faire.

CHAPITRE II.

Etain oxidé d'alluvion.

Le minéral étant disséminé par veines dans un granite assez tendre, et soumis à l'action destructive de la mer, il a dû se former, et il se forme encore journellement des alluvions stannifères. Nous en distinguerons deux espèces :

a, Les galets ou fragmens, depuis 2 et 3 millimètres jusqu'à 3 à 5 centimètres de grosseur.

b, Le sable formé des plus petites particules de minerai *a*. Les galets sont répandus sur toute la surface du granite du premier groupe. On les trouve non-seulement dans les cavités et inégalités du massif de rochers avancés dans la mer et baignés par elle, mais encore sous le sable qui recouvre le rivage, jusqu'à l'escarpement ou la dune qui le termine.

Nous avons recueilli tout l'étain oxidé que nous avons découvert dans ce premier gisement, et comme il n'était mélangé qu'avec des débris pierreux, il a été facile de le purifier par un simple criblage à la cuve; il n'en est résulté qu'environ 180 kilogrammes d'oxide pur.

Le second gisement exploré d'abord au moyen de la tranchée principale parallèle à la côte, l'a été ensuite par des tranchées en travers et conti-

gués. La couche de gravier riche qui recouvrait le sol, et en remplissait les inégalités, a été ramassée avec soin et criblée à la cuve par un crible d'une demi-ligne comme le précédent. Le dépôt de la cuve a été lavé sur la caisse allemande; il était très-pauvre. Ce travail fort long n'a produit que 220 kilogrammes de minéral net, et comme nous avons traité environ 4500 kilogrammes de sable, il en résulte que sa richesse moyenne n'était que de 5 pour cent.

Il est remarquable que ces galets ne se trouvent que dans la partie granitique, du moins il nous a été impossible d'en découvrir un seul dans le terrain schisteux; et comme beaucoup d'entre eux présentent d'ailleurs des formes cristallines, bien pures encore, il nous a paru évident, quoique nous n'ayons pas trouvé de cristaux en place, qu'ils sont le produit immédiat et local de l'action des vagues sur les veines métallifères, près desquelles on les rencontre et auxquelles ils servent d'indicateurs.

b, Le sable d'étain, indépendamment du moindre volume des fragmens, diffère encore sous plusieurs rapports des galets, dont il vient d'être question.

1°. En ce qu'il est plus abondant;

2°. Qu'il renferme beaucoup plus de substances hétérogènes;

3°. Qu'il occupe sur la côte une place particulière, ordinairement au pied de l'escarpement contre lequel les lames viennent mourir ou se briser;

4°. Qu'il s'en trouve, quoique rarement, dans des parties de la côte schisteuse.

Au moyen de la tranchée précédente, et de plusieurs autres transversales, nous avons reconnu que l'épaisseur du sable quarzeux qui recouvre la côte granitique dans la partie où se trouvent les veines, varie entre 1 et 4 décimètres au plus. Des essais à la sebile nous ont appris que ces sables sont tous plus ou moins stannifères et que les plus riches recouvrent immédiatement le sol (ce qui résulte de la plus grande pesanteur spécifique de grains métalliques), et près de la limite de la portée des vagues.

Pour acquérir une idée plus positive de la richesse de ce sable, nous en avons recueilli dans divers points une assez grande quantité qui a été lavée. A cet effet, nous avons choisi à sa proximité un emplacement convenable pour établir une caisse allemande. La tête de cette caisse communiquait par le moyen d'un petit canal en bois avec un réservoir pratiqué entre les rochers voisins.

Ce réservoir, disposé de manière à être rempli par le flux, même dans les quadratures ou petites marées, pouvait contenir l'eau nécessaire au lavage pendant 8 heures, c'est-à-dire d'une marée à l'autre. Une vanne placée devant la bonde de la digue en planche du réservoir, donnait le moyen d'en régler la dépense.

L'extrême rareté des galets et du sable au bord de la mer, nous a convaincus qu'il y aurait de l'imprudence à fonder sur ce minéral d'alluvion des espérances et des spéculations qui ne manqueraient pas d'être déçues.

La mer lave, à la vérité, le minéral qu'elle a arraché de son gîte, et le concentre dans une

plus petite quantité de matières hétérogènes; mais sa reproduction doit être bien lente, puisque dans une seule campagne et avec un seul laveur nous avons extrait plus d'un quart de ce minéral que des siècles y avaient amassé.

L'existence de ce sable sur la partie granitique de la côte, s'explique facilement par la présence des veines d'étain; mais il n'est pas aussi facile de concevoir la formation du sable qui se trouve au pied des roches schisteuses en plusieurs endroits, et notamment à Port-au-Loup, situé à une demi-lieue nord-est de Penhareng.

L'extrême ténuité des particules d'étain, et des gemmes (1) qui se trouvent dans ces différens gisemens, et la pauvreté de ces sables, pourraient faire croire que l'étain arraché par la mer des roches granitiques qui le renferment a été transporté par elle à ces différens endroits; mais deux raisons s'opposent à admettre cette explication. La première est qu'il existe de grands intervalles dépourvus de minerai entre les différens gisemens; la deuxième est que le courant littoral sur la côte méridionale de la Bretagne, va du nord au sud, et doit par conséquent contrarier les alluvions méridionales.

D'après cela il nous paraît probable qu'il existe des veines stannifères dans le terrain schisteux; mais elles doivent y être très-rares, et en quelque sorte la fin du gisement de Penhareng.

---

(1) Nous employons ici le mot générique de *gemme*, parce que l'altération des formes cristallines et le peu de moyens que nous avions à notre disposition pour les essais, n'ont pas permis de déterminer les espèces auxquelles elles appartiennent. Nous croyons qu'il existe des zircons, des corindons, des cymophanes et des grenats.

Résumé de la quantité de sable lavée sur la côte.

Il a été lavé à-peu-près 14,300 kilogrammes de sable de la côte de Penhareng; on a obtenu 2,857 kilogrammes contenant 25 pour cent d'étain métallique, ce qui établit la richesse à 5 pour cent.

Outre ce sable stannifère on a lavé 12,000 kil. de sable pris dans les différens points, pour reconnaître l'étendue du terrain d'alluvion. Ce sable n'a pas donné sensiblement d'étain.

On a lavé 1,600 kilogrammes de sable de Port au Loup; on a obtenu 500 kilogrammes contenant au plus 12 pour cent; encore était-il mélangé d'une énorme quantité de fer.

IIIe. SECTION.

Opération exécutée è Poullaouen.

La dépense dans laquelle la construction d'une table jumelle nous aurait entraînés, la difficulté de se procurer une chute d'eau qui pût l'alimenter, et la pénurie totale d'ouvriers en état d'opérer cette sorte de lavage, nous a forcés à dégrossir seulement le minéral à Piriac, et à l'envoyer ainsi presque brut à Poullaouen, où MM. les concessionnaires ont bien voulu mettre à notre disposition tous les moyens de lui faire subir une seconde préparation peu dispendieuse, et plus profitable, ayant la faculté de recueillir jusqu'aux derniers dépôts que ce lavage devait produire.

Les opérations qui ont été exécutées à Poullaouen sont donc de deux espèces :

1°. Nouvelle préparation mécanique ;

2°. Fonte du minéral.

Nous allons les examiner successivement.

CHAPITRE PREMIER.

Nouvelle préparation mécanique.

Les matières soumises à cette seconde opération consistaient en :

a, minéral des veines;

b, galets ;

c, sable stannifère ;

d, en outre 600 k. de roches granitiques et schisteuses à essayer pour s'assurer si elles contenaient de l'étain disséminé en parties invisibles dans la masse.

a, le minéral des veines qui avait été trié sur les lieux, a été cassé à la masse plate, puis criblé à la cuve sur des cribles de différens calibres.

Cette opération a donné de la

Grenaille pure de 1/2 ligne et au-dessus,
Des déchets de criblerie,
Des pierres de nulle valeur,
Des dépôts de sables fins et des schlams.

b, les galets criblés de la même manière ont donné :

De la grenaille pure,
Des déchets qui ont été réunis aux
déchets du minéral des veines.

Ces déchets, cassés à la masse plate, puis criblés, ont donné de nouveaux schlams semblables aux précédens.

Tous ces schlams ont été lavés ensemble sur une table jumelle en bois nu. Le lavage a été très-facile; le schlich qui en est résulté était très-beau, il contenait 72 % d'étain métallique et 6 % d'eau.

Cette opération n'a presque donné lieu à aucune perte; les déchets qui en sont provenus, étant composés de quarz, de feldspath et mica, et ne contenant ni fer oxidé ni gemmes.

L'absence des gemmes dans ces déchets est très-importante pour la fonte, et nous fait penser que leur gisement est tout-à-fait différent de celui de l'étain oxidé, et qu'elles ne se trouvent pas disséminées dans son intérieur, ainsi que les reflets que lancent les lames de ce minéral nous l'avaient fait croire au premier aspect.

c, Le sable stannifère dégrossi contient 25 à 30 pour % d'étain métallique. Il a été lavé de nouveau sur une caisse allemande, pour l'amener à une plus grande richesse.

La grande quantité de gemmes et de grenats que le sable stannifère renferme, apporte beaucoup de difficultés au lavage, et il nous a été impossible, quoique nous ayons lavé le minéral à plusieurs reprises, de l'amener à une teneur plus grande que 45 à 50 pour %. Aussitôt qu'on voulait l'obtenir plus fin, tout descendait au bas de la table et les déchets devenaient trop riches.

Nous avons trouvé à la tête de la table quelques grains d'or, mais en très-petite quantité; et l'or dans ce gisement ne nous paraît pas aussi abondant que dans beaucoup de rivières, dont

on a tenté inutilement d'exploiter les sables. Les déchets de la caisse allemande ont été portés d'abord sur une table jumelle ordinaire ; mais la forme arrondie des fragmens, et le peu de différence de pesanteur spécifique des substances qui composent les déchets provenant de l'opération précédente, empêchaient l'étain de s'isoler à la tête de la table, et tout le sable descendait au bas.

Nous avons pensé qu'en recouvrant la table d'une toile, ses asperités, en retardant la descente des grains, permettraient d'en opérer plus facilement la séparation. Par cette substitution d'une table à toile à une table à bois nu, nous sommes à la vérité parvenus à nettoyer une petite partie des déchets précédens ; mais ce qui restait à la tête de la table n'a pu être assez enrichi pour être fondu avec avantage au fourneau à réverbère, ainsi que nous nous en sommes assurés.

Les déchets, provenant de ce second lavage, étaient composés en grande partie de quarz, de grenats, de gemmes de fer oxidé, chromaté et titané. La difficulté que nous avions éprouvée à laver les premiers déchets nous ayant fait renoncer à reprendre ceux-ci de la même manière, nous avons essayé un autre moyen qui consistait à les pulvériser avant de les laver. A cet effet, nous les avons soumis à l'action d'une meule verticale ; mais l'extrême dureté des gemmes, jointe à leur forme arrondie, a rendu cette opération illusoire, et nous a empêchés d'obtenir aucun résultat.

Il est presque impossible de tirer parti de ces déchets, à moins que le bocardage, en réduisant le tout en schlams, ne facilite la séparation des dif-

férentes substances. Nous n'avons pu faire cette expérience, tous les bocards allant sur plomb.

Le sable que nous avons recueilli sur la côte était de deux espèces bien différentes : le premier dont nous venons de parler fut trouvé près du tombeau d'Almanzor, et l'autre à Port-au-Loup. Ce dernier sable, plus fin, plus léger, plus rouge que le précédent, renferme une plus grande abondance de gemmes, et en outre du fer attirable, ce qui en rend le lavage impraticable directement. Nous avons tenté de le rendre plus facile en faisant passer au maximum d'oxidation, par un grillage préliminaire, tout le fer qu'il contient. Mais ce moyen ne nous a pas donné un résultat beaucoup meilleur. La couleur seule du sable avait changé de rouge en noir.

d, Nous avons pilé sous la meule 200 kilogr. de trois différentes roches : les deux premières, granitiques, avoisinent les veines d'étain ; la troisième a été prise en (*G*) un endroit assez éloigné du gisement de l'étain ; mais du sable stannifère qui se trouvait au pied de ces roches, nous a engagés à l'essayer. Ces roches pilées et lavées ne nous ont donné aucun indice d'étain.

Produit de cette seconde préparation mécanique.

Grenailles des galets.		400 kilog.
Grenailles des veines.	164	230
Schlich des veines et galets.	66	
Schlich provenant du lavage du sable à la caisse allemande.	1,430	1,670.
Schlich provenant du lavage des déchets de ce sable.	240	
TOTAL.		2,300 kilog.
Schlich provenant du lavage du sable du Port-au-Loup.		256 kilog.

CHAPITRE II.

Fonte du minéral.

La difficulté d'établir à Piriac des machines soufflantes pour alimenter un fourneau à manche, et la similitude de ce minerai avec celui de Cornouailles, qui se traite dans des fourneaux de réverbère, nous a fait penser qu'il serait convenable d'essayer un procédé analogue pour la fonte de notre minerai.

Le fourneau dont nous nous sommes servis avait dans l'intérieur 4 pieds de long, depuis la chauffe jusqu'à la petite cheminée, et 2 pieds de largeur; la voûte, construite en briques réfractaires, était très-surbaissée; elle s'appuyait sur les deux côtés, la chauffe et le devant du fourneau. La sole, terminée par un bassin de réception, était faite en brasque dure, et avait une pente très-forte (de 6 pouces sur 4 pieds).

La petite cheminée, de 7 pouces sur 8 d'ouverture, d'abord verticale, s'inclinait bientôt vers la cheminée principale, placée à côté du fourneau; cette dernière, haute de 25 pieds, avait 1 pied de vide intérieur.

Le fourneau n'avait qu'une seule ouverture destinée au travail; elle était placée vis-à-vis la chauffe, et au-dessous de la petite cheminée.

Entre la sole et la voûte qui recouvre le cendrier, on avait établi une seconde voûte en brique pour diminuer l'épaisseur de la sole, la rafraîchir, et prévenir par ce moyen la trop grande infiltration d'étain métallique.

Le vide compris entre ces deux voûtes com-

muniquait au-dehors avec le bassin de réception extérieur.

Nous avons commencé par chauffer le fourneau doucement ; c'est seulement le quatrième jour qu'on a chargé en minéral.

Les premières charges ont été faites avec du sable d'étain : on a préféré mettre le fourneau en train avec une substance moyennement riche, afin de durcir la sole par un verre d'étain et d'empêcher la perte qu'un minéral riche aurait éprouvée par une réduction trop rapide.

Plusieurs charges successives de 50, 60, 70 et 80 kilogrammes, ont appris que la plus avantageuse pour ce fourneau est 60 kilogrammes de sable et 11 pour % de poussière de charbon mélangés intimement. Trop peu de minéral est désavantageux, et un excès donne des crasses très-riches (voir le *journal de fonte*), par la difficulté de les travailler.

L'oxide d'étain se combinant très-facilement avec les terres, on a, par analogie avec les essais en petit, chauffé d'abord doucement pour réduire l'oxide avant que la température fût capable de le combiner avec la gangue ; mais ce procédé, bon en petit, occasionne beaucoup de dépenses en grand ; et nous avons trouvé que la méthode la plus favorable était de chauffer brusquement jusqu'au moment où l'étain commence à se réduire, de conduire l'opération à une température modérée pendant tout le temps que l'étain coule, afin que les crasses ne deviennent pas trop fluides, et de donner un fort coup de feu à la fin pour forcer les dernières portions d'étain à se réunir dans le bassin.

La manœuvre consiste à brasser de temps en

temps la matière avec une spadelle, de manière qu'elle soit successivement exposée à l'action de la chaleur et mise en contact avec le charbon qu'on ajoute pendant le courant de l'opération. Lorsqu'on donne le coup de feu, il faut travailler presque continuellement.

On fait plusieurs coulées, et on laisse l'étain se purifier par le repos de masse dans le bassin de réception; il faut avoir soin de mouler à part l'étain de la première coulée, il est toujours plus pur que le suivant.

La charge épuisée, on arrête le feu, on retire les crasses par devant, et on charge de nouveau le fourneau.

Ce travail exige deux ouvriers: un fondeur et un chauffeur.

A la quatorzième charge (voir le *journal de fonte*), le fourneau allant bien et donnant un bon produit, nous avons commencé à fondre le minéral des veines et les galets. La charge la plus commode pour ce travail, a été trouvée de 100 kilogrammes de minéral, et de 11 pour $\frac{0}{0}$ de charbon; la fusion en a été également facile, et le produit (de 65 à 70 pour $\frac{0}{0}$, moyennement 66), prouve que ce traitement sera employé avec avantage pour le minéral pur.

La sole, trop peu réfractaire pour un minéral aussi pur, a été si promptement détériorée, qu'à la vingtième charge elle a laissé passer beaucoup d'étain, qui a été retrouvé en grande partie lors de la démolition de la sole et du fourneau.

Les grenailles, les schlichs et les galets se trouvant alors tous fondus, on a continué à

charger les sables, après avoir un peu réparé la sole; mais les résultats de ces dernières charges ont été moins satisfaisans que ceux des premières; car on n'a obtenu que 25 à 35 pour $\frac{0}{0}$, au lieu de 36 à 40: cela provient sans doute de l'état de dégradation de la sole, et de l'agrandissement de la cheminée. Les quatre dernières charges, faites avec les sables provenant du lavage des déchets, ont donné un produit plus faible encore.

Résultat de la fonte au fourneau de réverbère.

1°.	{230 k. d'oxide n°. 1. / 400 *idem*. n°. 2.} 630 k. ont donné	410 k. 68 d'étain	} ensemb.	k. 420 68 66 [illegible]
	La sole a donné.....	10 *idem*.		
2°.	{1,340 k. de sable d'étain ont donné...	469 10 *id*.	} ensemb.	484 10 36 [illegible]
	La sole a donné.....	15 *id*.		
3°.	240 k. de minéral de déchets ont donné.........			42 k. 20 ou 17
			Total........	946 k. 98

Les dépenses à ce fourneau ont été, pour le minerai pur :

1°. Main-d'œuvre..............	12 f.	60 c.
2°. Bois..................	50	26
3°. Charbon..............	5	25
4°. Réparation d'outils........	6	24
5°. Construction de fourneau.......	20	»
Total.....	74	55

ce qui établit le quintal métrique à 11 fr. 80 c.

La fonte du deuxième minerai, celui provenant du sable, a coûté :

1°. Main-d'œuvre.	42 f. 05 c.	
2°. Bois.	117	»
3°. Charbon.	15	20
4°. Réparation d'outils.	14	70
5°. Construction.	22	80
TOTAL.	211	75

ou 16 fr. 54 c. par quintal métrique.

Enfin, la troisième fonte, celle des déchets, a coûté :

1°. Main-d'œuvre.	6 f. 25 c.	
2°. Bois.	24	»
3°. Charbon.	2	80
4°. Outils.	5	30
5°. Fourneau.	5	»
TOTAL.	41	35

Ce qui fait 17 fr. 20 c. pour %.

Les tâtonnemens indispensables qui accompagnent toujours une première opération, et la petitesse du fourneau, ont augmenté de beaucoup le prix de la fonte; et la comparaison faite pour le traitement du plomb a prouvé que ce petit fourneau dépensait un tiers de plus pour fondre la même quantité de matière plombeuse qu'un grand fourneau; ainsi on peut évaluer que,

La 1re. fonte eût coûté,	pour 66 k.		d'étain.	7 f.	87 c.
La 2e.	— —	pour 36 k. 1 d.	*id.*	11	2
La 3e.	— —	pour 17 k. 2 d.	*id.*	11	46

Et nous en conclurons que le traitement au fourneau de réverbère sera très-avantageux pour le minéral riche; qu'il le sera encore pour le minéral tenant moyennement 50 kilogrammes pour $\frac{0}{0}$, en ce qu'il donne une partie de l'étain à l'état de pureté parfaite.

Enfin, que la fonte d'un minéral plus pauvre, comme celui des déchets, y est trop dispendieuse.

Fonte au fourneau à manche.

Les crasses provenant du fourneau de réverbère devant contenir au moins 15 pour $\frac{0}{0}$ d'étain combiné avec les terres, et en renfermant en grenailles, nous les avons fondues au fourneau à manche, pour tâcher d'obtenir les dernières parties de métal. L'inspection du minéral nous ayant indiqué la présence de beaucoup de gemmes, nous avons présumé que ces crasses seraient difficiles à traiter seules, et nous avons fait une suite très-longue d'essais pour tâcher de trouver une substance qui en rendît la fusion facile. (Voir la suite des essais.) Les résultats que nous avons obtenus ne sont pas très-satisfaisans; cependant il nous a semblé que la cendre et le granite très-feldspathique de Piriac, mis dans la proportion de 10 pour $\frac{0}{0}$, ont augmenté un peu la fusibilité des scories.

Le fourneau à manche dont on s'est servi avait 5 pieds de haut, 4 pieds de profondeur, et 18 pouces de largeur. La sole, très-inclinée, communiquait à un bassin dont la moitié était extérieure et l'autre intérieure. Ce premier bassin communiquait à un second bassin de réception placé plus bas. On a chargé le fourneau

par devant, et les scories s'enlevaient par gâteaux.

On a chauffé le fourneau pendant 36 heures avant de mettre des crasses. Les premières charges ont donné une fusion difficile; leur produit ayant été très-faible, nous avons repassé les scories qui en provenaient avec les charges suivantes. Les scories sont devenues de plus en plus pâteuses, et la fonte a présenté tous les caractères d'une matière réfractaire : le nez très-long et noir, le feu tout-à-fait sur le devant, quoiqu'on chargeât continuellement le charbon sur le derrière, et qu'il n'y eût qu'une très-petite quantité de minéral relativement au charbon. Le poitrail commençait à fondre; au troisième jour il s'est formé des *cochons* provenant du fer qui se réduisait et s'attachait sur le derrière du fourneau.

On a essayé de dégager le fourneau en mêlant aux charges de la marne calcaire, du granite dont la silice devait servir d'agent de séparation, des crasses provenant du traitement du minéral pur, enfin, du minéral de Port-au-Loup.

La marne et le granite n'ont produit aucun effet. Les crasses ont apporté un peu de fusibilité; mais la quantité disponible était trop petite pour produire un effet considérable : quant au minéral de Port-au-Loup, il a fondu plus facilement, ce qui provenait sans doute des grenats qu'il contient; mais au quatrième jour, il s'est formé sur le derrière un cochon ferrugineux, qui bientôt s'est étendu sur tous les côtés et a forcé à mettre hors. Après une si courte campagne, les parois du fourneau étaient plus détériorées qu'elles ne le sont par une fonte

de plus d'un mois avec des matières plombeuses.

Les scories ont été très-riches et pâteuses jusqu'à la fin de l'opération.

Le produit très-faible a donné à peine les grenailles mélangées mécaniquement aux crasses. L'étain qu'on a retiré de cette fonte, excessivement ferreux, ne restait fondu qu'au rouge. Ce travail a exigé deux ouvriers.

Résultats de la fonte au fourneau à manche.

Le produit a été de 48 kilogrammes d'un étain ferreux.

Les dépenses sont :

1°. Main-d'œuvre.	16 f.	5 c.
2°. Combustible.	105	75
3°. Réparation du fourneau. . . .	3	70
TOTAL. . . .	125	50

Ces dépenses excèdent de beaucoup le produit, et prouvent qu'il faut tâcher de perfectionner le lavage pour se débarrasser d'une grande partie des gemmes qui apportent tant de difficultés à la fonte; et qu'il faut chercher par l'analyse le fondant ou le réactif qu'il conviendra d'ajouter aux crasses provenant du fourneau à réverbère, pour leur donner de la fusibilité et réduire l'oxide d'étain qu'elles contiennent.

Fonte au fourneau de liquation.

Les essais par la voie humide de l'étain obtenu au fourneau de réverbère, nous ayant convaincus qu'il renfermait du fer, nous avons tâché de l'en séparer par la liquation.

Le fourneau dont nous nous sommes servis pour cette opération était à réverbère; il avait 2 pieds de large sur 2 ½ de long. La sole faite en brasque, inclinait vers une ouverture latérale, placée entre la chauffe et la cheminée (on l'avait recouverte d'un vernis fait en cendre, en feld-spath et chaux, pour que l'étain ne s'infiltrât pas à travers la sole). L'étain était reçu dans une chaudière placée immédiatement au-dessous de l'ouverture.

On a placé sur la sole plusieurs barres d'étain en croix; on les a entourées de charbon pour empêcher l'oxidation. Le feu a été conduit très-doucement pour que l'étain pur seul coulât.

Les 420 kilogrammes d'étain, n°. 1, liquaté, ont produit 374 kilogr. d'étain, et 23 kilogr. de crasses.

Les 526 kilogrammes d'étain, n°. 2, ont donné 467 kilogrammes d'étain liquaté, et 87 kilogr. de crasses.

Les 110 kilogrammes de crasses provenant de la liquation de l'étain, n°s. 1 et 2, refondues, ont été réunis aux 48 kilogr. d'étain ferreux que le fourneau à manche a produits et liquatés. Ils ont donné 86 kilogr. d'étain un peu ferreux, et 50 kilogr. de crasses. Cet étain a un aspect tout-à-fait différent du pur : il est mat à la surface ; plus dur à travailler, il casse sous le marteau ; sa cassure, très-grenue, est bleuâtre et saccharoïde, et ressemble à celle de l'acier.

Les crasses provenant de cette dernière opération, chauffées très-fortement, ont produit 23 kilogr. d'un étain très-impur, et qu'on aurait en vain liquaté.

Résultat de la liquation.

420 kilog. nº, 1, liquaté, ont donné	étain..	374 k.
	crasses.....	25 k.
526 *id.* nº, 2, liquaté, ont donné	étain..	460
	crasses.....	87
110 *id.* de crasses, nºˢ. 1 et 2, réunis aux 48 kilog. de l'étain du fourneau à manche, ont donné.....	étain..	86
	crasses.....	50
Les crasses ont donné, d'étain très-mauvais.....		25
	Étain. — Total.......	943 kilog.

CONCLUSIONS DU RAPPORT.

1º. Les recherches que l'on a faites pendant cette campagne dans la commune de Piriac, ont constaté la présence du minéral d'étain :

En veines.
En alluvion.

En veines à l'extrémité septentrionale du terrain granitique ;

En alluvion en différens points de la côte de Piriac depuis Penhareng, situé à un quart de lieue sud-sud-ouest de Piriac, jusqu'à Port-au-Loup, un quart de lieue nord-est du même endroit.

2º. La partie connue du système de veines ou stockverk qui constitue ce gisement, ne donne pas jusqu'ici beaucoup d'esperances, tant par sa pauvreté que par l'obstacle que présente la mer en le recouvrant à chaque marée.

3º. Que le terrain d'alluvion reconnu a une trop petite étendue pour servir de base à un établissement, puisqu'une exploitation de 500 kil.

d'étain métallique en a sensiblement diminué la richesse.

4°. Que n'ayant à sa disposition pour moteurs que la vapeur, le vent, le flux et reflux, moyens, ou très-imparfaits ou très-dispendieux, il serait prématuré d'entreprendre aucune construction avant que des recherches plus étendues que celles de cette campagne aient appris :

Si le gisement se prolonge dans les terres;

S'il s'enrichit dans la profondeur;

S'il y existe un granite stannifère, semblable à celui de Saxe et de Cornouailles, ainsi que le bloc roulé qu'on a trouvé au Port-Lerat, peut le faire espérer;

Enfin, s'il n'existe pas quelque part, sous la mer ou dans les terres, un amas considérable d'étain oxidé d'alluvion.

5°. La bande métallifère se dirigeant nord-ouest-sud-est, il paraît naturel de faire les recherches postérieures dans cette direction, non-seulement dans l'intérieur des terres, mais encore vers la mer, dans la presqu'île de Quiberon et l'île de Grouais. Les îles d'Hédic et de Hoüat nous ayant paru se trouver hors de la bande métallifère, ne semblent demander aucune attention.

6°. Le minéral des veines étant exempt de gemmes de fer oxidé et de toute matière hétérogène, on peut l'amener par le lavage à un très-grand état de pureté; et, dans ce cas, le traitement au fourneau de réverbère paraît très-avantageux, non-seulement pour la quantité du produit, mais aussi pour la qualité de l'étain que nous avons constatée par différens essais.

7°. Le minéral en sable demande un lavage

très-soigné, avant de le livrer à la fonte; qui pourra se faire alors avec avantage au fourneau de réverbère, parce qu'il produit un étain de meilleure qualité que le fourneau à manche, et qu'il n'exige pas, comme ce dernier, une machine soufflante.

8°. Si on veut avoir de l'étain très-pur, il convient de liquater celui provenant du fourneau à réverbère.

---

e réverbère.

DURÉE des CHARGES.	Produits pour 100 k. de la charge.	CONSOMMATION. Cordes de bois.	Bariques de charbon.
On a chauffé le fourneau pendant 4 jours.. .	» »	2	2
10 heures.. .	» »	1/2	1/3
8.......	24 %	1/2	1/3
9.......	32 %	1/3	1/3
8 1/2.....	34 %	1/3	1/3
8.......	36 %	1/3	1/3
7 1/2.....	38 %	1/3	1/3
8 1/2.....	37 %	1/3	1/3
7.......	39 %	1/3	1/3
7 1/2.....	41 %	1/3	1/3
8.......	39 %	1/3	1/3
7.......	39 %	1/3	1/3
6 1/2.....	42 %	1/3	1/3
7 1/2.....	40 %	1/3	1/3
7.......	65 %	1/2	1/3
6 1/2.....	65 %	1/3	1/3
7.......	65 %	1/3	1/3
7 1/2.....	65 %	1/3	1/3
6 1/2.....	68 %	1/3	1/3
7 1/2.....	71 %	1/3	1/3
7.......	53 %	1/3	1/3
7.......	40 %	1/3	1/3
7 1/2.....	39 %	1/3	1/3
6 1/2.....	38 %	1/3	1/3
6.......	37 %	1/3	1/3
7.......	37 %	1/3	1/3
7 1/2.....	30 %	1/3	1/3
7.......	31 %	1/3	1/3
7 1/2.....	25 %	1/3	1/3
7 1/2.....	21 %	1/3	1/4
8 1/2.....	20 %	1/3	1/4
9 1/2.....	19 %	2/3	1/4
10.......	18 %	2/3	1/4
10.......	16 %	2/3	1/4
		12 1/4	10 1/3

OBSERVATIONS.

L'oxide d'étain n°. 1, provient des veines, il tient 75 ÷ d'étain métal.

L'oxide d'étain n°. 2, est la grenaille ou galet; il contient 76 à 78 ÷.

L'étain n°. 1, provient des oxides n°s. 1 et 2.

L'oxide d'étain n°. 3, est le résultat du lavage des sables stannifères; sa teneur est 48 ÷; il a produit l'étain n°. 2.

La barique de charbon pèse 50 kilog.

Les 13 premières charges ont donné moyennement 36 ÷ du minéral, dont la teneur était 48 ÷.

La 20e. charge n'a donné que 53 ÷, parce que la sole étant détériorée a laissé filtrer l'étain.

La moyenne, en étain, des 14, 15....19e. charges, est de 66 ÷ sur un minéral contenant 75 ÷.

Les 4 dernières charges ont eté faites avec les déchets du sable n°. 3, lavé.

NOTICE

Sur une machine à colonne d'eau à rotation employée aux mines de plomb de Védrin;

PAR M. BOUESNEL.

LA société qui exploite la mine de plomb de Védrin a fait monter une machine à feu de 60° de diamètre au cylindre, destinée à épuiser les eaux au niveau de 385 pieds de la surface; ces eaux se versent dans une galerie d'écoulement placée à environ 260 pieds de la surface; mais comme il n'y a pas d'eau au jour pour fournir à l'injection et à la chaudière de la machine, on est obligé, pour cet objet, de monter une colonne de la profondeur de la galerie d'écoulement, à l'aide d'une suite de pompes.

Ces eaux élevées au jour, après avoir produit leur effet, doivent être abandonnées; mais il m'a paru que, dans la circonstance présente, on pourrait les rassembler avec avantage pour les faire servir de moteur à une machine qui tirerait le minérai des exploitations.

J'ai donc fait construire un très-grand bassin dans lequel je reçois toutes les eaux, après qu'elles ont condensé la vapeur ou qui sont en trop plein; et ayant fait construire un grand puits d'extraction à côté de ce bassin, je fais descendre l'eau qui le remplit, jusqu'au niveau de

la galerie d'écoulement, dans une colonne de tuyaux de fer fondu; et c'est cette colonne d'eau qui est le moteur de la machine d'extraction que je vais décrire.

L'idée de se servir d'une colonne d'eau comme puissance motrice, est due à M. Hoëll, premier machiniste de l'Empereur d'Autriche, à ses mines de Schemhitz en Hongrie; on y a fait des machines fondées sur ce principe, qui opèrent l'épuisement des eaux de ces mines, et l'on trouve la description, ainsi que le plan des machines dont il s'agit, dans Ferber, et les *Voyages métallurgiques de Jars*. L'eau entrant par en-dessous dans un cylindre ouvert à sa partie supérieure, fait monter un piston, qui redescent ensuite par le système des contre-poids liés au balancier, quand on donne écoulement au liquide, et ce mouvement, une fois établi, se perpétue par un régulateur qu'une poutrelle attachée au balancier met en mouvement. Je présume que, depuis lors, on a construit de ces machines où le cylindre était fermé par en haut, et où l'eau venait presser par-dessus le piston, comme dans les machines à feu nouvelles, construites suivant le système de Watt. Mais, je ne sache point qu'il ait été fait des machines à rotation avec le même moteur; au surplus, si cela n'a pas eu lieu, c'est que les circonstances favorables au placement de cette machine ne se sont pas encore trouvées, car il n'y avait pas beaucoup de difficultés à vaincre, comme on pourra le voir (1).

(1) M. Baillet, inspecteur divisionnaire et professeur d'ex-

Dans ma machine, le cylindre est entièrement fermé, comme dans les machines à feu à rotation, et la tige du piston passe à travers d'une boîte, ou stuffenbox, exactement construite comme pour ces machines; deux robinets permettent à l'eau d'entrer alternativement par-dessus et par-dessous le piston, de manière que lorsque d'un côté l'eau s'introduit, de l'autre elle s'écoule. Il en résulte nécessairement un mouvement alternatif qui est changé en mouvement de rotation, en adaptant à la tige du piston un parallélogramme et une bielle, agissant sur une manivelle. La manivelle, mise en mouvement, fait tourner deux lanternes, qui, s'engrenant avec deux roues dentées, garnies de manivelles doubles, rappellent en haut le même mouvement sur le tambour, au moyen de quatre tirans verticaux, d'une longueur égale à toute la hauteur du tirage au-dessus des roues, et qui sont attachés à des manivelles doubles correspondantes. On voit donc que par le jeu des deux robinets moteurs, le tambour tourne, et que par suite, les tonnes qui y sont suspendues par des cordes, montent et descendent. Un volant destiné à régulariser le mouvement et à faire passer la verticale à la manivelle sur laquelle

---

ploitation à l'École royale des Mines, a proposé depuis longtemps différentes formes de machines à colonne d'eau, avec ou sans balanciers, à simple ou à double effet, et de rotation. (Voyez le *Journal des Mines, tome III*, n°. 16, *page* 15, et *tome X*, n°. 58, *page* 751.

(*Note des Rédacteurs.*)

agit la bielle, est placé sur le même arbre où sont les lanternes; il est chargé de deux couronnes de fer coulé pour lui donner du poids. Afin de décharger les manivelles du tambour du poids des tirans, et ne leur donner à porter que le poids des tonnes, on a équilibré chacun de ces tirans par le moyen de balanciers en contre-poids.

Le régulateur de la machine est mis en action par une poutrelle suspendue à l'un des balanciers du parallélogramme; l'encliquetage est semblable à celui des machines à feu; mais en dessous des axes auxquels sont suspendues les piles, est un troisème axe garni de tiges ou cames; les piles, en descendant, font baisser ces cames, et par suite font tourner, soit d'un côté, soit de l'autre, les leviers qui font ouvrir et fermer les robinets; en cela consiste la différence entre le régulateur d'une machine à feu et celui d'une machine à colonne d'eau; car, dans un fluide incompressible, l'action cessant dès que l'eau cesse de suivre le piston, il est indispensable que les changemens de direction soient établis d'une manière brusque, non-seulement pour ouvrir les robinets, mais encore pour les fermer.

Pour changer le mouvement en sens contraire, il y a un troisième robinet que l'on ferme en même temps que l'on serre le frein adapté au volant, à l'aide d'un quatrième axe sur lequel sont établis les dispositions qui produisent ce double effet.

L'eau, avant d'entrer dans le cylindre, parcourt un réservoir d'air qui est extrêmement utile, en ce qu'il reçoit le choc de la colonne

d'eau ; lorsqu'on arrête la machine par la fermeture du troisième robinet ; car l'eau qui était alors en mouvement, continuant à se mouvoir pendant quelques instans, produit l'effet du bélier hydraulique. Un quatrième robinet, placé en avant du réservoir d'air, permet de le vider, sans laisser descendre la colonne d'eau, lorsqu'il s'agit d'y remettre de nouvel air, comme il est nécessaire, parce qu'à la longue, l'eau qui descend le consommé. Ce robinet sert aussi à laisser échapper la colonne d'eau, quand on veut vider le bassin supérieur. Il est encore à remarquer que c'est en ouvrant plus ou moins ce quatrième robinet, qu'on détermine la quantité d'eau qui entre dans le cylindre, quoiqu'on pourrait la régler également par le troisième robinet.

La forme des robinets est celle d'un corps cylindrique creusé intérieurement, et percé latéralement d'un trou qui se présente alternativement pour l'entrée et la sortie de l'eau, ou pour son entrée seulement. Le quatrième robinet a, en outre, un deuxième trou sur le côté, placé à angle droit du premier, pour que la colonne d'eau puisse se vider.

Les manivelles doubles, placées au tambour et aux roues dentées, sont disposées d'équerre ; elles font ainsi l'effet d'une manivelle quadruple, de manière que la rotation du tambour se fait aussi facilement que s'il n'y avait pas de rappel de mouvement.

Les divisions du tambour où les cordes se promènent sont très-petites ; cela est fait exprès pour que la corde se replie plusieurs fois sur

elle-même ; par ce moyen, il n'est plus besoin du contre-poids qu'il faudrait employer pour parer à l'inconvénient de porter le poids entier de la corde, en plus, lorsque la tonne chargée est en bas, que lorsqu'elle est en haut où le fardeau se trouve aidé du poids de la corde descendante.

Le diamètre du cylindre de la machine est de $6^{\circ} = \frac{1}{2}$ pied.

La levée du piston égale au double du rayon de la manivelle, ou de 4 pieds.

Le trou du robinet, de 3° de diamètre.

La hauteur de la colonne, de 250 pieds.

Le diamètre moyen du tambour, de 4 pieds.

Et les roues dentées, d'un diamètre double de celui des lanternes.

Si donc il s'agit d'élever un poids $= P'$, il est clair :

1°. Qu'à chaque coup de la machine, c'est-à-dire, pour chaque 8 pieds de hauteur d'eau dépensée dans le cylindre, le poids décrit un $\frac{1}{2}$ tour sur le tambour $= \frac{4}{2} . \frac{22^{p.}}{7} = 8 . \frac{11^{p.}}{14}$; $\frac{22}{7}$ étant le rapport du diamètre à la circonférence.

2°. Que par le principe des vitesses virtuelles, un poids P placé à la tige du piston du cylindre qui ferait équilibre à P', serait déterminé par l'équation $8\,P = 8\,P' \frac{11}{14}$, d'où $P = P' . \frac{11}{14}$.

Ainsi, en évaluant le poids P en une colonne d'eau qui aurait pour base celle du piston du cylindre moteur, nommant H cette hauteur, et prenant le poids d'un pied cube d'eau $= 70$ liv., on aurait $\frac{1}{4} . \frac{11}{14} . H . 70 = P' . \frac{11}{14}$, d'où $H = P' . \frac{4}{70} = 114$ pieds, si l'on suppose le poids à élever de 2000 livres.

Il faudrait de même réduire à une colonne d'eau pressant sur le piston, les résistances dépendantes du frottement et de l'inertie de la machine; mais ces résistances sont très-difficiles à évaluer; cependant, comme elles dépendent principalement du poids à élever, nous pourrons les déterminer en partie aliquote de ce poids; si on les supposait égales à la moitié ou à une colonne d'eau de 57 pieds de hauteur, il resterait en excès de force pour la puissance motrice qui est de 250 pieds, celle de 79 pieds de hauteur.

Les résistances étant évaluées en une colonne d'eau agissant sur le piston du cylindre, il est facile de déterminer la vitesse de la machine; car tout se réduit à fixer celle d'une colonne d'eau qui étant entretenue constamment pleine à la même hauteur, entrerait dans une seconde branche qui se vide aussi constamment à une même hauteur, en passant par un petit orifice. Or, en nommant g la pesanteur et h la différence de niveau entre la hauteur de la colonne d'eau entrante et celle de la colonne d'eau sortante, la vitesse par minute est, à l'orifice, exprimée par $u = 60\sqrt{2gh} = 60\sqrt{2.30,2.79} = 4155$ pieds.

Le trou du robinet qui donne entrée à l'eau étant de 3° $= \frac{1}{4}$ pied, ou la moitié du diamètre du cylindre, on voit que ce robinet étant supposé entièrement ouvert, la vitesse dans le cylindre serait le $\frac{1}{4}$ de ce qu'elle est à l'orifice, ou de 1038 pieds; mais il faut observer que la vitesse est en partie diminuée par les frottemens que l'eau éprouve en se promenant dans la colonne, en traversant l'orifice où il tend à se former une contraction de la veine fluide, et par les rési-

tances que l'eau éprouve à sa sortie ; supposons encore que ces frottemens enlèvent la moitié de la vitesse, reste 519 pieds.

L'expérience a prouvé que la meilleure vitesse à donner à la machine, est de faire parcourir à la tonne la hauteur de 250 pieds en deux minutes et demie, partant 100 pieds par minute, et comme le poids ne parcourt que les $\frac{11}{14}$ du chemin fait par le piston du cylindre, la vitesse du piston est de $\frac{14}{11} \cdot 100 = 127$ pieds, et celle de la machine de seize coups par minute. Il faudrait donc que le robinet ne fût ouvert que des $\frac{127}{519}$, ou du $\frac{1}{4}$.

On voit toujours qu'en ouvrant plus ou moins le robinet d'entrée de l'eau, on peut dans de certaines limites, quel que soit le poids à élever, s'arranger de manière à ce que la vitesse soit la même dans tous les cas, et par conséquent que la consommation d'eau soit toujours constante et égale par coup à $\frac{11}{14} \cdot \frac{1}{4} \cdot 8 = \frac{22}{14} = \frac{11}{7}$, par minute de 25 pieds cubes environ, et pour chaque tonne élevée à 250 pieds, ou en deux minutes et demie de 63 pieds cubes.

Les circonstances ne m'ont pas encore permis de porter le poids de la matière élevée à 2000 liv. qui est celui pour lequel la machine a été construite, et dans ce moment elle ne marche qu'avec 1400 liv. ; dans cette situation on a $H = 80$ pieds et la résistance totale de 120 pieds ; par conséquent, sur 250 pieds on a un excès de force de 130 pieds. La vitesse à l'orifice du robinet d'entrée serait alors de 5317 pieds, dont le $\frac{1}{4}$ ou la vitesse dans le cylindre = 1329 pieds ; et la moitié pour avoir égard aux frottemens = 664 pieds.

Pour avoir une vitesse de seize coups par minute, il faudrait que le robinet ne fût ouvert que de la $\frac{127}{664}$ partie, ou du cinquième environ, ce qui s'accorde avec l'expérience.

Quoique dans le bassin, ce soit toujours l'eau la plus froide qui va au fond en raison des pesanteurs spécifiques, cependant une chaleur sensible se manifeste assez souvent dans les tuyaux de conduite. Cette considération tendrait à faire présumer que nous avons estimé trop haut le poids d'un pied cube d'eau, et par conséquent réduit à une trop petite hauteur de liquide le fardeau à élever. Mais d'un autre côté, comme nous avons porté très-haut les résistances, nous pouvons, je crois, nous dispenser d'avoir égard à cette différence de pesanteur spécifique de l'eau que cette circonstance nécessiterait.

Explication des figures, Pl. II.

Fig. 1. Plan des tuyaux descendans, des quatre robinets et du réservoir d'air.

Fig. 2. *a* et *b*, Coupes des tuyaux descendans, du réservoir d'air, des robinets et du cylindre.

Fig. 3. Projections dans les deux sens du parallélogramme destiné à maintenir la tige du piston dans la verticale, de la bielle qui fait mouvoir la manivelle pour changer le mouvement de translation en celui de rotation, et de la poutrelle qui mène le régulateur.

Fig. 4. Projection verticale, dans un sens, du tambour avec ses manivelles, de l'arbre garni de sa manivelle, du volant, des deux lanternes et des deux roues dentées garnies de leurs manivelles doubles répondantes à celles du tambour.

Fig. 5. Projection verticale, dans l'autre sens, de l'arbre, vo-

lant, lanterne et roues dentées, faisant voir les mécanismes à l'aide desquels on serre le frein et ferme ou ouvre le troisième robinet, lesquels mécanismes sont enfilés sur le même axe.

Fig. 6. Projection verticale du régulateur dans un sens, et projection dans un deuxième sens d'une des piles qui fait ouvrir et fermer les premier et deuxième robinets.

Fig. 7. *a*, Projection verticale du mécanisme qui fait ouvrir les deux robinets d'où vient l'eau au cylindre et qui l'en font écouler.

b, Mécanisme du troisième robinet.

Fig. 8. Coupe verticale d'un des robinets et de la plaque de fer vissée qui arrête sa queue en même temps qu'elle lui permet de tourner dessus.



Sur une nouvelle manière de calculer les angles des cristaux;

Par M. G. Lamé, élève ingénieur au Corps royal des Mines (1).

Des considérations purement géométriques ont conduit M. Haüy aux calculs qui déterminent les élémens des cristaux, et cette méthode offre ici ce grand avantage qu'en ne perdant pas, pour ainsi dire, la géométrie de vue, il est plus facile d'interpréter à son profit les résultats de l'algèbre. Ce n'est pas que cette théorie ne puisse se calculer par abscisses et ordonnées, cette manière d'aborder la question offre même de son côté de grands avantages; mais peut-être serait-elle insuffisante si l'on cherchait à connaître les rapports des longueurs, plutôt que les angles des faces des cristaux; peut-être aussi, ce nouveau calcul exigerait-il des connaissances mathématiques un peu plus grandes du minéralogiste qui voudrait étudier cette théorie, et que pour remédier à cet incon-

(1) Cet article et le suivant sont extraits d'un ouvrage de M. Lamé, ayant pour titre: *Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes de géométrie.* Cet ouvrage, qui prouve de la part de son jeune auteur des connaissances approfondies, sera lu avec un grand intérêt par les personnes qui se livrent à l'étude des mathématiques; elles y trouveront des principes généraux dont elles pourront faire de fréquentes applications pour la solution des problèmes.

(*Note des Rédacteurs.*)

vénient les méthodes les plus élémentaires sont toujours préférables.

Cependant, pour prouver que l'analyse de Descartes n'est pas incapable de traiter une des plus belles applications du calcul à la géométrie, je vais indiquer la marche qu'elle pourrait prendre. Si je réussis à donner une analyse simple et facilement applicable, je m'applaudirai d'avoir fait rentrer sous le domaine d'un calcul qui doit être général, un sujet qui semblait le fuir; et si malgré mes tentatives ce calcul se trouve compliqué, on ne pourra du moins rien en conclure contre la généralité de son application.

Préliminaires.

Les axes que nous considérons seront obliques, nous désignerons leurs angles par α, β, γ. L'équation du plan sera mise sous la forme (1) $\frac{x}{M} + \frac{y}{N} + \frac{z}{P} = 1$. Les quantités M, N, P, que j'appellerai les paramètres du plan, représenteront alors les distances de l'origine des coordonnées aux points où le plan vient rencontrer les axes. La formule qui donne le cosinus de l'angle de deux droites dont les équations sont

$$x = az, \quad y = bz,$$
$$x = a'z, \quad y = b'z,$$

est $\cos V = \frac{1 + aa' + bb' + (ab' + a'b)\cos\gamma + (b + b')\cos\alpha + (a + a')\cos\beta}{\sqrt{1 + a^2 + b^2 + 2ab\cos\gamma + 2a\cos\beta + 2b\cos\alpha}\sqrt{1 + a'^2 + b'^2 + 2a'b'\cos\gamma + \text{etc}}}$

Pour trouver l'équation d'une droite perpendiculaire au plan (1), il suffit d'exprimer que la droite est perpendiculaire aux traces de ce plan, soient à cet effet (2) $x = az$, $y = bz$, les équations inconnues de cette perpendiculaire. La trace du plan, sur celui des yz, a pour équations... $x = o$, $y = -\frac{N}{P}z + N$, on exprimera qu'elle est perpendiculaire à la droite (2) en exprimant que $\cos V = o$ lorsque l'on y fait $a' = o$, $b' = -\frac{N}{P}$, ce qui donne entre a et b une première équation de condition.

$$\left(\frac{1}{N} - \frac{1}{P}\cos\alpha\right) + a\left(\frac{1}{N}\cos\zeta - \frac{1}{P}\cos\gamma\right) + b\left(\frac{1}{N}\cos\alpha - \frac{1}{P}\right) = o.$$

On peut déduire l'équation exprimant que la droite (2) est perpendiculaire à la trace du plan proposé sur celui des xz, en y changeant les lettres b, ζ, N, en a, α, M, et réciproquement, d'où

$$\left(\frac{1}{M} - \frac{1}{P}\cos\zeta\right) + b\left(\frac{1}{M}\cos\alpha - \frac{1}{P}\cos\gamma\right) + a\left(\frac{1}{M}\cos\zeta - \frac{1}{P}\right) = o.$$

Ces deux équations donneront les valeurs de a et b, et les équations de la perpendiculaire au plan seront connues.

Nous rappellerons que l'angle de deux plans est le même que celui formé par deux perpendiculaires à ces plans, et que celui d'une droite et d'un plan est le complément de l'angle de cette droite et de la perpendiculaire au plan.

Théorie.

D'après les remarques de M. Haüy, le calcul des décroissemens sur toutes les formes primitives est ramené à la théorie du parallélipipède. Nous supposerons donc que la forme primitive est un parallélipipède. Ses arêtes seront représentées par A, B, C, et les angles qu'elles forment entre elles par α, β, γ. Prenons les axes parallèles aux arêtes. Les huit angles solides formés par ces axes correspondront aux huit angles solides du cristal; de sorte que si l'on veut considérer un décroissement sur un de ces angles, il suffira de considérer la face qui en résulterait sur l'angle à l'origine qui lui correspond. Nous supposerons toujours les plans de décroissemens menés par cette origine parallèlement à leur direction; supposition qui nous est permise, puisque nous ne voulons calculer que les angles.

Considérons maintenant l'un des angles solides du cristal, par exemple, celui qui correspond à l'angle de l'origine dans lequel les coordonnées sont positives. Le décroissement sera le plus général possible, s'il a lieu par une soustraction de m fois l'arête A suivant l'axe des x, de n fois l'arête B suivant l'axe des y, et de p fois l'arête C suivant l'axe des z, les trois nombres m, n, p, étant différens. D'où il suit que les paramètres de la face résultante de décroissement seront proportionnels à mA, nB, pC. L'équation d'un plan qui lui serait parallèle, mené par l'origine, sera donc

$$\frac{x}{mA}+\frac{y}{nB}+\frac{z}{pC}=0.$$

Si le décroissement avait lieu sur un autre angle solide du cristal, il faudrait pareillement considérer à l'origine l'angle qui lui correspond. Pour comprendre tous les décroissemens dans une seule équation, il suffit d'indiquer que les paramètres sont susceptibles de changer de signe, ce qui donnera

$$\pm\frac{x}{mA}\pm\frac{y}{nB}\pm\frac{z}{pC}=0.$$

Si le décroissement est du genre que M. Haüy a nommé intermédiaire, les nombres m, n, p, sont tous différens. Si le décroissement a lieu sur les angles sans être intermédiaire, deux des nombres m, n, p, sont égaux. Enfin si le décroissement a lieu sur une arête, un des nombres, m, n, p, est infini, et l'équation du décroissement est de l'une quelconque des formes suivantes :

$$\frac{x}{mA}\pm\frac{y}{nB}=0,\quad \frac{x}{mA}\pm\frac{z}{pC}=0,\quad \frac{y}{nB}\pm\frac{z}{pC}=0.$$

L'axe du cristal est ordinairement supposé parallèle à l'une des arêtes; quelquefois il joint deux sommets aigus, et alors il a pour équations

$$\frac{x}{A}=\frac{y}{B}=\frac{z}{C}.$$

L'angle qu'une face de décroissement fait avec l'axe est complément de celui que fait cet axe avec une perpendiculaire à la face. L'angle de deux faces est le même que l'angle formé par deux perpendiculaires à ces mêmes faces. Les préliminaires donnent le moyen de calculer ces angles s'il en est besoin.

Si l'on veut calculer les angles plans d'un

cristal, on cherchera les angles formés par les droites intersections de la face que l'on considère et des faces adjacentes.

Cette méthode a cela d'avantageux, que l'on peut trouver immédiatement l'angle que fait telle face d'un cristal secondaire avec telle face d'un autre cristal pareillement secondaire, pourvu que l'on connaisse les décroissemens qui font naître ces deux faces.

Cas particuliers.

1°. Si la forme primitive est un parallélipipède rectangle, les cosinus des angles α, β, γ, sont nuls. Les formules préliminaires se simplifient singulièrement, aussi le calcul des angles est-il beaucoup plus simple. Si de plus le parallélipipède est un cube, on a $A=B=C$, et l'équation d'un décroissement quelconque est de la forme $\frac{x}{m}\pm\frac{y}{n}\pm\frac{z}{p}=0$. La valeur de cos V est

$$\cos V=\frac{1+aa'+bb'}{\sqrt{1+a^2+b^2}\sqrt{1+a'^2+b'^2}}.$$

Les équations d'une perpendiculaire au plan $\frac{x}{m}+\frac{y}{n}+\frac{z}{p}=0$, sont $x=\frac{m}{p}z$, $y=\frac{p}{n}z$.

Pour calculer l'angle de l'octaèdre, cristal secondaire provenant d'un décroissement uniforme sur les angles du cube, il suffira de faire $m=n=p$. Les équations de deux faces adjacentes seront... $x+y+z=0$... $x+y-z=0$...; si a et b, dans la valeur de cos V, appartiennent à la perpendiculaire au premier plan, leur va-

leur sera $+1$, et si a' et b' appartiennent à la perpendiculaire au second, leur valeur sera -1, en sorte que $\cos V = -\frac{1}{3}$.

Pour calculer l'angle, plan du même solide, on observera que la face $x+y+z=0$ est adjacente aux deux faces $x-y+z=0$ et $-x+y+z=0$, son intersection avec la première a pour équations $x+z=0$, $y=0$, son intersection avec la seconde $x=0$, $y+z=0$; si donc on fait dans $\cos V$, $a=-1$, $b=0$, $a'=0$, $b'=-1$, on aura $\cos V=\frac{1}{2}$ d'où $V=\frac{200^\circ}{3}$, et en effet chaque face de l'octaèdre est un triangle équilatéral.

Pour calculer les angles que forment entre elles les faces du dodécaèdre rhomboïdal, cristal secondaire provenant d'un décroissement uniforme sur les arêtes du cube, on aura pour les équations de toutes les faces de ce polyèdre :

$$x \pm y = 0,\quad x \pm z = 0,\quad y \pm z = 0.$$

Il y aura deux angles à considérer, celui que font les faces $x+z=0$, $x-z=0$, et celui que font celles représentées par les équations $x+z=0$, $y+z=0$. Les équations des perpendiculaires aux deux premières faces donnent $a=1$, $b=0$, $a'=-1$, $b'=0$, d'où $\cos V=0$. $V=100^\circ$. Les équations des perpendiculaires aux deux autres faces donnent $a=1$, $b=0$, $a'=0$, $b'=1$, d'où $\cos V=\frac{1}{2}$, $V=\frac{200^\circ}{3}$. Quant à l'angle du rhombe, on observera que la face $x-y=0$, est adjacente aux deux autres $x+z=0$, $y-z=0$; son intersection avec la première aura pour équations $x+z=0$, $y+z=0$, son intersection avec la seconde $x-z=0$, $y-z=0$; donc, en supposant $a=-1$, $b=-1$,

$a' = 1$, $b' = 1$; on aura $\cos V = \frac{1}{3}$. C'est ce qui devait être le dodécaèdre pouvant provenir d'une troncature tangente à tous les angles de l'octaèdre.

Le dodécaèdre pentagonal de la minéralogie provient d'un décroissement d'une rangée en largeur, et de deux en hauteur sur les arêtes du cube. Ses faces ont pour équations :

$$z \pm \frac{y}{2} = 0,\ x \pm \frac{z}{2} = 0,\ y \pm \frac{x}{2} = 0.$$

Les angles formés par les plans seront de trois espèces. Le premier formé par les faces $z + \frac{y}{2} = o$, $z - \frac{y}{2} = o$, donne $\cos V = -\frac{3}{5}$; le second, formé par les faces $z + \frac{y}{2} = o$, $x + \frac{z}{2} = o$, a pour cosinus $-\frac{2}{5}$; enfin, le troisième, formé par les faces $x + \frac{z}{2} = 0$, $x - \frac{z}{2} = 0$, a pour cosinus $-\frac{1}{5}$.

Les angles du pentagone sont pareillement de trois espèces. Le premier est formé par les intersections du plan $x - \frac{z}{2} = 0$ avec les deux autres $z \pm \frac{y}{2} = 0$; ces intersections ont pour équations $x = \frac{1}{2}z$, $y = 2z$; $x = \frac{1}{2}z$, $y = -2z$, faisant donc $a = \frac{1}{2}$, $b = 2$, $a' = \frac{1}{2}$, $b' = -2$, on aura pour le cosinus de cet angle $\cos V = -\frac{11}{21}$. Le second est formé par les droites d'intersection du plan $x - \frac{z}{2} = 0$; et les deux autres

$x-\frac{y}{2}=0$, $y+\frac{x}{2}=0$, lesquelles ont pour équations $x=\frac{1}{2}z$, $y=2z$, $x=\frac{1}{2}z$, $y=-\frac{1}{4}z$, les hypothèses $a=a'=\frac{1}{2}$, $b=2$, $b'=-\frac{1}{4}$ donnent cosinus $V=-\frac{6}{21}$. Enfin, le troisième est formé par les intersections du plan $x-\frac{z}{2}=0$ avec les autres plans $x+\frac{z}{2}=0$, $y+\frac{x}{2}=0$, ces intersections ont pour équations $x=0$, $y=\frac{1}{0}z$, $x=\frac{1}{2}z$, $y=-\frac{1}{4}z$, et le cos V devient $-\frac{1}{\sqrt{21}}$, en y supposant $b=\frac{1}{0}$, $a'=\frac{1}{2}$, $b'=-\frac{1}{4}$.

Les plans du dodécaèdre pentagonal et ceux de l'octaèdre donnent par leur ensemble l'icosaèdre. On parviendra aisément à en calculer les angles, puisque l'on connaît les équations de toutes les faces de ce polyèdre.

Le trapézoèdre dérive du cube par un pointement à trois faces sur chaque angle, et comme chacune de ses faces est celle d'un décroissement sur ces mêmes angles par une soustraction double en largeur, les plans de ce polyèdre auront pour équations :

$$x \pm y \pm 2z = 0.$$
$$x \pm 2y \pm z = 0.$$
$$2x \pm y \pm z = 0.$$

Il y aura deux espèces d'angles solides : un angle triple formé par les trois plans

$$x+y+2z=0,\quad x+2y+z=0,\quad 2x+y+z=0,$$

et un angle quadruple formé par les quatre plans

$$\pm x \pm y + 2z = 0.$$

Je me dispenserai de calculer les angles de ces polyèdres. Mon but n'est pas de donner la théorie complète de la cristallographie, mais seulement de laisser entrevoir comment on pourrait la développer au moyen des principes précédens.

2°. Si le parallélipipède est du genre de ceux que M. Haüy a nommés rhomboïdes, on a $\alpha=\beta=\gamma$, A=B=C. L'équation générale des décroissemens est

$$\frac{x}{m}\pm\frac{y}{n}\pm\frac{z}{p}=0.$$

La formule qui donne l'angle de deux droites devient

$$\cos V=\frac{1+aa'+bb'+(ab'+ba'+b+b'+a+a')\cos\alpha}{\sqrt{1+a^2+b^2+2(ab+a+b)\cos\alpha}\sqrt{1+a'^2+b'^2+2(a'b'+a'+b')\cos\alpha}}.$$

Les équations d'une perpendiculaire au plan

$$\frac{x}{m}+\frac{y}{n}+\frac{z}{p}=0.$$

sont

$$x=\frac{\frac{1}{m}-\frac{1}{n}-\frac{1}{p}+\frac{1}{m\cos\alpha}}{\frac{1}{p}-\frac{1}{m}-\frac{1}{n}+\frac{1}{p\cos\alpha}}z,$$

$$y=\frac{\frac{1}{n}-\frac{1}{m}-\frac{1}{p}+\frac{1}{n\cos\alpha}}{\frac{1}{p}-\frac{1}{m}-\frac{1}{n}+\frac{1}{p\cos\alpha}}z.$$

Les troncatures sur les sommets ont pour équation $\frac{x}{m}+\frac{y}{n}+\frac{z}{p}=0$; celles qui ont lieu sur

les angles latéraux sont représentées par l'une des trois équations

$$-\frac{x}{m}+\frac{y}{n}+\frac{z}{p}=0,$$

$$\frac{x}{m}-\frac{y}{n}+\frac{z}{p}=0,$$

$$\frac{x}{m}+\frac{y}{n}-\frac{z}{p}=0.$$

L'axe du rhomboïde a pour équations $x=y=z$. Pour que les troncatures latérales lui soient parallèles, il faut que leurs équations soient satisfaites par les hypothèses $x=y=z$, c'est-à-dire qu'il faut que l'on ait $\frac{1}{m}=\frac{1}{n}+\frac{1}{p}$. Si le décroissement qui donne lieu à cette troncature sur l'angle n'est pas intermédiaire, on doit avoir $n=p$; le cristal secondaire sera un prisme hexaèdre régulier si $n=2m$; car alors ces faces seront parallèles à l'axe. Si le décroissement a lieu sur les arêtes $\frac{1}{p}=0$, il faut alors que $m=n$ pour que le cristal secondaire soit encore un prisme hexaèdre.

Les troncatures sur les arêtes du sommet conduisent à de nouveaux rhomboïdes dont il est aisé dans tous les cas de déterminer les angles plans ou les angles de leurs faces à l'axe, au moyen des formules précédentes. Par exemple, les trois faces d'un rhomboïde secondaire peuvent être représentées par les équations

$$\frac{y}{m}+\frac{x}{n}=0,\quad \frac{x}{m}+\frac{z}{n}=0,\quad \frac{z}{m}+\frac{y}{n}=0.$$

Les équations de la droite d'intersection des deux premiers plans sont $x=-\frac{m}{n}z$, $y=\frac{m^2}{n^2}z$; celles de l'intersection de la première et de la troisième sont pareillement $x=\frac{n^2}{m^2}z$, $y=-\frac{n}{m}=z$.

Si donc l'on fait $a=-\frac{m}{n}$, $b=\frac{m^2}{n^2}$, $a'=\frac{n^2}{m^2}$ $b'=-\frac{n}{m}$ dans cos V, on aura l'angle plan du rhomboïde. Dans le cas particulier où $m=n$, on a $a=-1$, $b=1$; $a'=1$, $b'=-1$ et $\cos V=\frac{2\cos\alpha-1}{3-2\cos\alpha}$.

3°. Le parallélipipède peut être encore tel que sa base repose sur les arêtes; alors deux des angles α, β, γ, seulement, sont égaux. Il peut être oblique à base rectangle, ou droit à base oblique; enfin sa base peut être un rhombe; ces cas particuliers produiront autant de simplifications dans les formules générales. Il est extrêmement rare que les parallélipipèdes soient parfaitement irréguliers.

Je me dispenserai de développer comment M. Haüy est parvenu à mesurer les angles des cristaux secondaires de la nature, et à déterminer les nombres ralatifs aux décroissemens. Il me suffira d'observer que sa méthode est applicable à toute formule générale qui donnerait les angles d'une forme secondaire quelconque en fonction de ceux de la forme primitive, et que de telles formules peuvent s'obtenir au moyen des calculs précédens.

Formule pour déterminer la direction et l'inclinaison d'une couche minérale, reconnue par trois trous de sonde;

Par M. Lamé, élève ingénieur au Corps royal des Mines.

Un des grands caractères de la généralité d'un calcul, c'est la facilité avec laquelle on peut l'appliquer à des questions totalement différentes. Les formules qui nous ont servi dans la théorie exposée dans l'article précédent, peuvent être utiles dans toutes les questions sur les surfaces qui exigeraient que les axes fussent obliques. Pour prouver en quelque sorte cette assertion, je rapprocherai de l'application que je viens de faire de ces mêmes formules, une autre application non moins utile, mais sur un sujet bien différent.

La détermination de l'inclinaison des couches minérales par le sondage dépend de la solution de ce problème : *Déterminer l'angle avec l'horizon d'un plan dont on connaît trois points*, question qui peut se traiter de la manière suivante.

Soient A, B, C (*fig. a*, Pl. II), les projections horizontales des points donnés ou les ouvertures de trois trous de sonde; je désignerai par q, q', q'' les côtés BC, AC, AB du triangle ABC, par γ l'angle BAC, par p, p', p'' les ordonnées verticales des points donnés, ou les profondeurs des trous de sonde A, B, C. On peut prendre pour axes coordonnés les droites AB, AC, AP; car comme ce système d'axes n'annulle aucune des quantités p, p', p'', q, q', q'', la formule finale ne laissera pas que d'être symétrique, par rapport

aux élémens qui déterminent la position des points donnés.

L'équation du plan $PP'P''$ sera de la forme $\frac{x}{m}+\frac{y}{n}+\frac{z}{p}=1$. Pour résoudre le problème, il suffit de calculer l'angle que forme la perpendiculaire à ce plan avec la droite AP. Si nous désignons par a et b les constantes qui déterminent les équations de cette perpendiculaire, les formules préliminaires donneront pour le cosinus, et par suite pour la tangente de cet angle;

$$\cos V=\frac{1}{\sqrt{1+a^2+b^2+2ab\cos\gamma}},\ \text{tang}\,V=\sqrt{a^2+b^2+2ab\cos\gamma};$$

les mêmes formules donnent encore pour déterminer a, b, les équations

$$a\cos\gamma+b=\frac{p}{n},$$

$$a+b\cos\gamma=\frac{p}{m};$$

si donc on en déduit les valeurs de ces constantes et qu'on les substitue dans tang V, on trouvera, toute réduction faite,

$$\text{tang}\,V=p\sqrt{\frac{\frac{1}{m^2}+\frac{1}{n^2}-\frac{2\cos\gamma}{mn}}{1-\cos\gamma}};$$

il ne s'agit plus que de calculer $\frac{1}{m}$, $\frac{1}{n}$, et $\cos\gamma$ en fonction de p, p', p'', q, q', q''.

Les traces du plan sur ceux des xz et des yz

devant passer par les points P', P'', on doit avoir

$$\frac{q''}{m}+\frac{p'}{p}=1,\quad \frac{q'}{n}+\frac{p''}{p}=1,$$

d'où $$\frac{1}{m}=\frac{p-p'}{pq''},\quad \frac{1}{n}=\frac{p-p''}{pq'}.$$

D'ailleurs le triangle ABC donne

$$\cos\gamma=\frac{q'^2+q''^2-q^2}{2q'q''}.$$

La substitution de ces valeurs dans tang V conduit à

$$\text{tang V}=2\sqrt{\frac{q^2(p'-p)(p''-p)+q'^2(p''-p')(p-p')+q''^2(p-p'')(p'-p'')}{(q+q'+q'')(q'+q''-q)(q+q''-q')(q+q'-q'')}},$$

ou ce qui revient au même,

$$\text{tang V}=\frac{\sqrt{q^2(p'-p)(p''-p)+q'^2(p''-p')(p-p')+q''^2(p-p'')(p'-p'')}}{2\,\text{surf. ABC}}.$$

La symétrie de cette formule la rend d'un usage facile pour la pratique.

Dans le cas particulier ou $p'=p''$ elle se réduit à tang V $=\frac{q(p-p')}{2\text{ surf. ABC}}$; si l'on désigne par h la perpendiculaire abaissée de A sur BC, on a deux surf. ABC$=qh$, d'où tang V$=\frac{p-p'}{h}$, ce qu'il est aisé de vérifier par la géométrie.

On peut toujours ramener le problème à ce

cas particulier, en cherchant sur la ligne PP''
dont les équations sont $x=0$, $\frac{y}{n}+\frac{z}{p}=1$, le point dont l'ordonnée verticale serait égale à p'; or on a pour déterminer sa coordonnée y, l'équation $\frac{y}{n}+\frac{p'}{p}=1$, ce qui donne, en y substituant $\frac{1}{n}$ trouvé précédemment,

$$y=\frac{q'(p-p')}{(p-p'')}.$$

Si donc on voulait déterminer la direction de la couche, ou ce qui est la même chose une horizontale parallèle au plan, il suffirait de prendre sur AC une longueur $AD=\frac{q'(p-p')}{(p-p'')}$; la droite BD serait la direction demandée.

La distance perpendiculaire P entre deux couches parallèles, est facile à calculer d'après cela, lorsque l'on connaît leur distance D sur la verticale; la simple considération du triangle rectangle dont D est l'hypoténuse et P l'un des côtés conduit à $P=D\cos V$.

CHIMIE. (EXTRAITS DE JOURNAUX.)

Note sur la fixité du degré d'ébullition des liquides; par M. Gay-Lussac. (Annales de Chimie, *tome VII*, *p.* 307.)

Les liquides ont la propriété de bouillir plustôt dans un vase métallique que dans un vase de verre.

« Lorsqu'on entretient un matras à moitié plein d'eau en ébullition, on entend un bruit assez fort, qui semble annoncer que l'ébullition se fait péniblement. Les bulles de vapeur sont volumineuses, ne partent que de quelques points, et un thermomètre plongé dans l'eau éprouve de fréquentes variations. En substituant un vase de fer blanc au vase de verre, le bruit est moins sensible, les bulles de vapeur moins grosses, mais plus nombreuses, les variations du thermomètre moins considérables, et le terme de l'ébullition moins élevé. On peut s'en assurer d'une manière simple et prompte en faisant bouillir de l'eau dans un matras de verre, et en y projetant quelques pincées de limaille de fer : à l'instant l'ébullition se fera sensiblement comme dans un vase métallique. Au lieu d'eau, quand on se sert d'acide sulfurique, la différence que l'on observe entre les termes de son ébullition, dans les mêmes circonstances que l'eau, est très-variable, et souvent de plusieurs degrés. »

« Il faut remarquer, et c'est un point important, que non-seulement l'ébullition se fait plus tard

dans le verre que dans le métal, mais qu'un thermomètre plongé dans le liquide éprouve, sur-tout avec l'acide sulfurique, des variations considérables, et s'élève au-dessus du véritable terme de son ébullition. Le liquide est alors dans le même cas que s'il était enfermé dans un vase où l'ébullition pourrait se faire librement, et à la température la plus basse possible, sous la pression de l'atmosphère, mais que son ébullition fût retardée en interceptant sa communication avec l'air. En rétablissant cette communication, il se formerait subitement une quantité de vapeur proportionnelle à l'excès de la température de l'eau sur celle de son ébullition; la température tomberait à 100°, et il se ferait une espèce d'explosion. Il faut seulement concevoir, dans le premier cas, que la force qui empêche la vapeur de se former à la température à laquelle elle supporterait dans le vide la pression de l'atmosphère, est une force intérieure, due sans doute à la cohésion du liquide que la vapeur doit vaincre, et à la résistance au changement d'état, comme dans toute espèce d'équilibre. »

« La cohésion ou viscosité du liquide doit avoir une très-grande influence sur le terme de son ébullition; car on peut concevoir que la vapeur, pour se former dans l'intérieur du liquide, doit vaincre deux forces: premièrement, la pression qu'elle éprouve, et secondement, la cohésion des molécules liquides. De plus, il est certain que la vapeur d'un corps à l'état liquide ou solide, mais à la même température, comme de l'eau et de la glace à zéro, a, dans ces deux circonstances, exactement la même force élastique.

» D'après ce dernier fait, on peut très-bien

concevoir un corps solide et même liquide, dont la vapeur qui se formerait à sa surface, ferait équilibre à la pression de l'air, tandis que son intérieur prendrait une température plus élevée que celle de la véritable ébullition, pourvu que ce corps fût moulé dans un vase et chauffé par sa partie inférieure, comme on le fait ordinairement pour les liquides. Il est évident que l'adhérence du liquide au vase doit ici être assimilée à sa viscosité.

» Ce que je viens de désigner par le nom de résistance au changement d'état, est plus difficile à analyser. Je me contenterai de faire remarquer que la conductibilité pour le calorique et la nature de la surface me paraissent exercer une influence sur le terme de l'ébullition de l'eau. En effet, toutes choses égales d'ailleurs, l'eau bout plus promptement sur une surface métallique que sur une surface de verre, et plus promptement dans un vase de verre où on a mis du verre en poudre, que dans celui où on n'a rien mis.

» Le dégagement d'un fluide élastique en dissolution dans l'eau est tout-à-fait analogue à l'ébullition d'un liquide. Si l'on prend une liqueur fermentée, de la bière ou du vin de Champagne mousseux, et qu'on attende que le dégagement de l'acide carbonique ait cessé, on renouvellera le dégagement du gaz en y introduisant une poussière, un morceau de papier, une croûte de pain, ou bien en agitant violemment le liquide. L'acide carbonique se dégage principalement au contact du liquide avec le verre, et plus abondamment aux endroits de la surface où il y a des aspérités : les bulles, partant de la surface du verre, sont d'abord très-petites ; mais elles

grossissent en traversant le liquide, parce qu'elles y établissent une solution de continuité, très-favorable au dégagement de l'acide carbonique : il semble qu'elles s'élèvent en plus grande abondance du fond du verre que de ses parois ; mais c'est une illusion.

» Il est facile d'expliquer par ce qui précède le phénomène connu sous le nom de *soubresaut*. Lorsque, par une cause quelconque, la température d'un liquide s'élève au-dessus de son véritable point d'ébullition (celui auquel la tension de la vapeur du liquide serait égale, dans le vide, à la pression de l'atmosphère), il arrivera bientôt que cet état, en quelque sorte forcé, sera dérangé, soit par son propre excès, soit par toute autre cause. Alors il se produira instantanément une *bouffée* de vapeur. C'est sur-tout dans la distillation de l'acide sulfurique, dans des vases de verre, que ces phénomènes sont bien marqués. Cette distillation ne se fait pas sans danger de briser l'appareil distillatoire, et l'on doit la considérer comme une opération très-pénible et très-longue. Aujourd'hui, en partant des faits que j'ai exposés, on peut la rendre aussi facile que celle de l'eau ; *il suffit de mettre dans la cornue quelques petits morceaux de fil de platine*. Il n'y aura plus de soubresauts, à moins qu'il ne se forme quelque dépôt au fond de la cornue ; l'acide coulera sans interruption, et l'opération n'exigera aucun soin particulier. J'emploie ce moyen avec avantage, depuis plusieurs années, dans toutes les distillations que je fais. »

Sur les combinaisons du chlore avec l'oxigène; par M. le comte Frédéric Stadion. (Annales de Chimie, *tome VIII, p.* 406.)

On sait avec quelle rapidité l'acide sulfurique décompose le chlorate de potasse. Lorsqu'on opère sur de petites quantités avec la précaution de fondre et de laisser refroidir le sel dans la cornue, avant d'ajouter l'acide, l'action est peu violente et il se dégage, à une température convenable, un gaz que l'on peut recueillir sur le mercure, et qu'on doit désigner sous le nom de *deutoxide de chlore*. Le résidu contient du sulfate de potasse et un sel inconnu, peu soluble, qu'on doit nommer *chlorate oxigéné de potasse*.

Le deutoxide de chlore est toujours mêlé de chlore et d'oxigène : on peut séparer le chlore par le mercure, et faisant absorber le deutoxide par l'eau, on obtient l'oxigène.

Le deutoxide de chlore a une couleur jaune plus intense que celle du protoxide. Son odeur est très-différente de celle du chlore, et elle n'excite pas la toux au même degré. Il n'agit point sur les papiers colorés, s'ils ne sont point humides. Il se décompose à la lumière solaire, par une douce chaleur ou par l'étincelle électrique. Il contient un volume d'oxigène et un tiers de volume de chlore, condensés en un seul volume.

L'eau peut absorber jusqu'à sept fois son volume de ce gaz. La dissolution est d'un jaune foncé. Elle se conserve dans l'obscurité, mais à la lumière elle se décompose en chlore et en acide chlorique. Le deutoxide de chlore n'a pas

les propriétés acides; les bases l'absorbent et forment avec lui des chlorates et des chlorures.

En lavant avec de l'eau froide le résidu de la décomposition du chlorate de potasse par l'acide sulfurique, on obtient 0,28 de chlorate oxigéné. Ce sel est neutre, inaltérable à l'air, et a une saveur faible semblable à celle du muriate de potasse. Il se dissout aisément dans l'eau bouillante, mais assez difficilement dans l'eau froide. Exposé à une température d'environ 200°, il se fond, laisse dégager de l'oxigène et se change en chlorure de potassium. Broyé avec du soufre, il détonne, mais faiblement. Il contient :

Potassium.	0,2849	0,5408
Chlore.	0,2559	
Oxigène.		0,4592

0,5819 d'oxigène sont combinés à 0,2849 de potassium, et 0,4010 avec 0,2559 de chlore, d'où on conclut que le nouvel acide est sensiblement formé de 44 chlore et 70 oxigène, c'est-à-dire, 7 proportions d'oxigène pour une proportion de chlore (1).

Le chlorate oxigéné mêlé avec son poids d'acide sulfurique étendu d'un tiers d'eau et exposé à la température d'environ 140°, laisse dé-

(1) M. Gay-Lussac a constaté l'exactitude de ce résultat (*Annales de Chimie, tome IX, p.* 220), et il a reconnu que les combinaisons du chlore avec l'oxigène étaient formées de la manière suivante :

	chlore.	oxigène.
Protoxide.	1 proportion.	1 proportion.
Deutoxide.	1	4
Acide chlorique.	1	5
Acide chlorique oxigéné. . .	1	7

gager de l'eau et des vapeurs blanches qui se condensent dans le récipient en un liquide acide; c'est l'acide chlorique oxigéné : il contient un peu d'acide sulfurique qu'on en sépare par l'eau de baryte et l'oxide d'argent. Cet acide paraît ne pouvoir exister qu'en combinaison avec l'eau ou avec une base. Il est incolore, n'a point d'odeur remarquable, rougit le tournesol et ne détruit pas les couleurs. La lumière ne le décompose point : on peut le concentrer par la chaleur. Il se volatilise à 140°. Il n'est décomposé ni par l'acide hydrochlorique, ni par les acides sulfureux et hydrosulfurique; ce qui le distingue de l'acide chlorique. Il ne précipite point le nitrate d'argent.

Les chlorates oxigénés se décomposent à la température de 200° en oxigène et en chlorures. Ils ne détonnent que faiblement avec les corps combustibles, et ne sont pas décomposés par les acides les plus puissans à la température de l'eau bouillante.

Préparation de l'acide chlorique en décomposant le chlorate de potasse par l'acide fluorique silicé; par James Lowe Wheeler. (Annales de Chimie, *tome VII, p.* 74.)

Ce procédé est fondé sur la propriété qu'a la potasse de former une combinaison insoluble avec l'acide fluorique silicé.

Ayant préparé une solution de gaz fluorique silicé, mêlez-la avec une dissolution chaude de chlorate de potasse, et chauffez le mélange modérément pendant quelques minutes. Pour être sûr que tout le chlorate est décomposé, ajoutez un peu d'acide en excès, ce qu'il est facile de

reconnaître par la propriété qu'a l'ammoniaque de dépouiller l'acide de toute sa silice. Par ce moyen, le chlorate de potasse sera entièrement décomposé, le mélange se troublera légèrement, et il se précipitera abondamment du fluosilicate de potasse, sous la forme d'une masse gélatineuse. Le liquide surnageant ne contiendra alors que de l'acide chlorique et un peu d'acide fluorique silicé. Après l'avoir filtré, on le neutralisera avec le carbonate de baryte ; le chlorate de baryte restera seul en dissolution, et l'ayant séparé par le moyen du filtre, on le fera cristalliser : on le décomposera ensuite par l'acide sulfurique, comme M. Gay-Lussac l'a recommandé le premier (1).

Sur la combinaison du chlore avec la chaux; par M. J.-J. Welter. (Annales de Chimie, *tome VII, p.* 383.)

Le chlore refuse de se combiner directement avec la chaux vive et avec le marbre sec en poudre ; la chaux éteinte, au contraire, l'ab-

(1) L'auteur a eu beaucoup de peine pour préparer la dissolution d'acide fluorique silicé, parce que le tube qui conduit le gaz dans l'eau s'engorge promptement par la silice qui s'y dépose ; aussi conseille-t-il de ne point faire plonger le tube dans l'eau, et de tenir l'extrémité à environ 2 centimètres de la surface du liquide. Ce procédé a l'inconvénient qu'il se forme à la surface de l'eau une croûte de silice qui l'empêche d'agir sur le gaz, à moins qu'on n'ait l'attention de la détruire par l'agitation, à mesure qu'elle se forme. Il vaut beaucoup mieux mettre un peu de mercure au fond du vase qui contient l'eau et y faire plonger le tube qui conduit le gaz : on évite par-là toute espèce d'inconvénient, et l'opération n'exige aucun soin.

(*Note des Rédacteurs des Annales de Chimie.*)

sorbe avec rapidité et avec dégagement de beaucoup de chaleur.

Le chlorure produit et saturé de gaz jusqu'à refus, étant exposé dans un tube simplement au-dessus d'une chandelle, se décompose très-vite ; il se dégage de l'oxigène et une odeur de chlore. Si on ne verse dessus que quatre fois son poids d'eau, elle est totalement absorbée, et le composé est sec en apparence.

La combinaison saturée du chlore avec l'hydrate de chaux est un demi-chlorure, composé d'une proportion de chlore et de deux proportions d'hydrate de chaux ou :

Chlore. . . .	44,10 . . .	0,320
Chaux. . . .	70,92 . . .	0,515
Eau.	22,64 . . .	0,165
	137,66	1,000

En versant de l'eau sur cette combinaison, il se fait un partage ; l'eau dissout tout le chlore avec de la chaux, et ce qui reste est de l'hydrate de chaux. Il est très-probable que la combinaison soluble est un chlorure neutre contenant seulement la moitié de la chaux du demi-chlorure. Il ne se forme pas de chlorate dans l'opération.

Pour évaluer la quantité de chlore dans un liquide contenant ce gaz combiné, soit avec de l'eau pure, soit avec de la chaux, M. Welter s'est servi d'une dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique étendu d'eau, de manière que l'indigo en faisait à-peu-près $\frac{1}{1600}$. Il a reconnu que 164 litres de cette dissolution étaient décolorés par 14 litres de gaz chlore, dont l'équivalent en gaz oxigène serait 7 litres.

La teinture d'indigo contenant environ $\frac{1}{1600}$ d'indigo, donnera des résultats constans à $\frac{1}{40}$ près et moins encore, si on étend la dissolution du chlore de sorte qu'elle soit à-peu près la moitié du volume de la teinture qu'elle peut décolorer, si on a la précaution de tenir la dissolution du chlore et la teinture dans deux vases séparés, et de les verser ensemble en même temps dans un troisième vase, et si pour bien juger de la teinte, l'on fait en même temps l'essai d'une autre dissolution de chlore dont on connaît bien la force. Si c'est la teinture que l'on verse sur le chlore, si on opère à diverses reprises avec de longs intervalles, si la dissolution du chlore est concentrée, on a le minimum de décoloration : on aura le maximum si l'on fait l'inverse.

Procédé pour préparer en grand l'acide hydrosulfurique ; par M. Gay-Lussac. (Annales de Chimie, *tome VII, p.* 314.)

« On emploie ordinairement le sulfure de fer que l'on fait en exposant à une chaleur rouge un mélange de soufre et de fer. Ce procédé a l'inconvénient de donner un sulfure qui souvent ne se décompose que très-imparfaitement par les acides. Lorsqu'on veut obtenir un gaz très-pur, il faut, comme nous l'avons conseillé M. Thenard et moi, dans nos *Recherches physico-chimiques*, donner la préférence au sulfure d'antimoine, mais il est nécessaire d'employer de l'acide hydrochlorique très-concentré, ce qui rend ce procédé peu avantageux dans les circonstances ordinaires.

» Le moyen que j'emploie aujourd'hui avec le plus grand succès, consiste à faire un mélange

de deux parties de limaille de fer et une de fleur de soufre, que l'on introduit dans un matras; on lui ajoute une quantité d'eau suffisante pour en faire une bouillie; l'on chauffe un peu le matras pour favoriser la combinaison du fer avec le soufre; qui s'annonce bientôt par un grand dégagement de chaleur et par une couleur noire que prend toute la masse. L'acide sulfurique, délayé de quatre fois son volume d'eau, en dégage l'acide hydrosulfurique avec presque autant de rapidité que d'un hydrosulfate. Il n'y a point d'avantage à préparer d'avance la combinaison du fer et du soufre, à moins qu'on ne la défende du contact de l'air avec le plus grand soin, parce qu'elle s'altère très-promptement, et qu'elle ne demande d'ailleurs que quelques instans pour être préparée.

» La nature de cette singulière combinaison est encore problématique. Est-ce un sulfure ou un hydrosulfate? En considérant que l'eau est absolument nécessaire à sa formation, qu'elle disparaît et se solidifie, il me paraît probable que c'est un hydrosulfate. Si l'eau n'était point essentielle à la nature de ce composé, on ne concevrait pas comment, par sa présence seule, elle déterminerait le fer à se combiner avec le soufre. On pourrait, à la vérité, supposer qu'il se forme un hydrate de sulfure de fer; mais j'avoue que j'aurais de la peine à admettre cette supposition. »

Mémoire sur le cyanogène et sur l'acide hydrocianique; par M. Vauquelin. (Annles de Chimie, *tome IX, p.* 113.)

Le cyanogène dissous dans l'eau se convertit

en acide carbonique, en acide hydrocyanique, en ammoniaque, en un acide particulier qu'on pourra appeler *acide cyanique*, et en une matière charbonneuse, et cela en vertu des élémens de l'eau qu'il décompose ; l'ammoniaque forme avec les acides des sels solubles, et la matière charbonneuse se dépose.

Les alkalis font éprouver la même altération au cyanogène ; elle a lieu plus promptement. L'ammoniaque se dégage, la liqueur donne sur-le-champ du bleu de Prusse avec la dissolution acide de fer.

Le cyanogène, semblable à cet égard au chlore, ne peut se combiner directement avec les oxides métalliques ; lorsqu'on le met en contact avec eux, il est décomposé comme par les alkalis, et avec plus ou moins de vitesse, et il se forme trois sels, l'un à base d'acide hydrogéné, et les deux autres à bases d'acides oxigénés, ou des sels triples.

Le cyanogène peut dissoudre le fer métallique sans dégagement de gaz ; la partie non dissoute est mêlée de bleu de Prusse, et il est vraisemblable qu'il se forme en même temps de l'hydrocyanate insoluble et du cyanate qui reste dans la liqueur.

L'acide hydrocyanique forme directement du bleu de Prusse, soit avec le fer, soit avec son oxide, sans le secours des alkalis ou des acides : il est très-vraisemblable que cette substance est un hydrocyanate, et non un cyanure de fer. Il paraît que les métaux qui décomposent l'eau à la température ordinaire ne font que des hydrocyanates, et qu'au contraire ceux qui ne décomposent pas ce fluide, tels

que l'argent, le mercure, ne forment que des cyanures; le cuivre fait peut-être exception.

Lorsqu'on distille le bleu de Prusse pur et desséché autant que possible, il passe quelques gouttelettes d'eau, de l'acide hydrocyanique, de l'hydrocyanate d'ammoniaque et du carbonate d'ammoniaque. Il reste dans la cornue de l'oxide de fer légèrement attirable à l'aimant.

Le bleu de Prusse desséché s'enflamme lorsqu'on le chauffe, comme un pyrophore, et brûle complétement. Il se dégage beaucoup d'hydrocyanate d'ammoniaque, et le résidu est de l'oxide rouge.

L'acide hydrocyanique mis en contact avec l'hydrate de cuivre forme une combinaison jaune verdâtre, qui cristallise en petits grains. L'eau bouillante la rend blanche, l'ammoniaque la dissout sans se colorer, pourvu que le mélange soit privé du contact de l'air. L'acide nitrique la dissout avec dégagement de gaz nitreux et d'acide hydrocyanique. Lorsqu'on la distille, elle donne d'abord de l'acide hydrocyanique, et ensuite de l'ammoniaque. On ignore si c'est un cyanure ou un hydrocyanate simple.

Le prussiate de cuivre ordinaire, ou l'hydrocyanate double de fer et de cuivre, est volumineux et d'un rouge pourpre. Si on le met dans l'ammoniaque liquide, il prend une couleur verte et devient comme cristallin. L'ammoniaque se colore à peine, et ne retient qu'un atome de cuivre. L'eau lui rend son premier aspect, et il paraît que l'alkali n'agit qu'en s'emparant de la portion de ce liquide combinée au prussiate.

Lorsque le cyanure de potasse est en contact avec l'eau, il se forme beaucoup de carbonate

d'ammoniaque, et seulement une petite quantité d'hydrocyanate de potasse.

Lorsqu'on distille le cyanure de mercure avec l'acide hydrochlorique, il paraît que, lorsqu'on emploie trop d'acide, ou qu'on laisse le mélange long-temps dans l'appareil avant de distiller, on n'en obtient qu'une très-petite quantité d'acide hydrocyanique, et que le résidu, au lieu d'être du deutochlorure de mercure, est un hydrochlorate double de mercure et d'ammoniaque.

Le soufre, et mieux encore l'acide hydrosulfurique, décomposent le cyanure de mercure. Il en résulte un moyen facile de se procurer l'acide hydrocyanique sec. Il consiste à placer le cyanure de mercure dans un tube légèrement chauffé et communiquant à un récipient refroidi par un mélange de glace et de sel, et à faire passer dans ce tube un courant d'acide hydrosulfurique. On arrête l'opération dès qu'on sent l'odeur de cet acide à l'extrémité de l'appareil; on obtient ainsi le cinquième du poids du cyanure, d'acide hydrocyanique très-blanc.

A cette occasion M. Vauquelin rappelle le procédé indiqué par M. Proust, et qui paraît excellent pour préparer l'acide hydrocyanique étendu d'eau : il se réduit à faire passer dans une dissolution saturée à froid de prussiate de mercure, un courant d'acide hydrosulfurique, jusqu'à ce qu'il y en ait un excès; à agiter le mélange dans un flacon bouché, et à filtrer. Si l'acide est mêlé d'acide hydrosulfurique, on le purifie en l'agitant avec du carbonate de plomb. Il se conserve plus long-temps sans altération que l'acide sec, en prenant toutefois

la précaution de le priver du contact de l'air et de la chaleur.

Le cyanogène et l'acide hydrosulfurique mêlés en volumes égaux et mis en contact avec l'eau, se combinent et sont absorbés par ce liquide. La liqueur est jaune et devient brune, sans odeur, non acide, d'une saveur piquante et amère. Elle ne précipite pas les dissolutions de fer ni les dissolutions de plomb. Elle précipite les dissolutions d'or et d'argent, et manifeste alors l'odeur d'acide hydrocyanique. Elle se décompose lentement comme le cyanogène, laisse déposer une matière brune et prend l'odeur d'acide hydrosulfurique. M. Vauquelin est porté à la considérer comme une combinaison d'acide hydrocyanique et de soufre.

Observations sur la préparation et la purification de l'acide gallique, et sur l'existence d'un acide nouveau dans la noix de galle; par Henri Braconnot. (Annales de Chimie, *tome IX, p.* 181.)

Après avoir prouvé que les procédés imaginés jusqu'à présent pour préparer l'acide gallique sont mauvais et insuffisans, M. Braconnot en fait connaître un nouveau qui lui a parfaitement réussi; le voici :

On expose les noix de galle entières à une température de 20 à 25°, pendant environ un mois, en ayant soin de les humecter de temps à autre. Elles se gonflent, se couvrent de moisissures et se réduisent en une bouillie liquide, laquelle, soumise à la presse dans un nouet de linge pour en séparer le liquide coloré, laisse une masse qu'il ne s'agit plus que de traiter par

l'eau bouillante, pour dissoudre tout l'acide. La liqueur chaude, séparée du marc par expression, laisse déposer la plus grande partie de l'acide cristallisé en un magma considérable que l'on exprime dans un linge.

Pour purifier cet acide, on le mêle avec huit parties d'eau et le cinquième de son poids de *noir d'ivoire* préalablement traité par l'acide hydrochlorique, et on expose le mélange à la température de l'eau bouillante pendant environ un quart d'heure au bain-marie. On filtre la liqueur chaude, on la laisse refroidir en l'agitant, et elle se prend en une masse très-blanche d'acide gallique dont on sépare le liquide excédant par une forte pression dans un linge. Cet acide est parfaitement pur. Sa dissolution dans l'eau ne trouble en aucune manière la colle de poisson; on peut le faire cristalliser, par refroidissement, en fines aiguilles soyeuses aussi blanches que la neige. Il est faiblement acide, et a une saveur sucrée assez analogue à celle de la *douce-amère*.

Le marc de la noix de galle fermentée contient un acide particulier insoluble dans l'eau, dont M. Braconnot a examiné les propriétés et qu'il a nommé acide *ellagique*.

Observations sur des combinaisons nouvelles entre l'oxigène et divers acides; par M. Thenard. (Annales de Chimie, *t. VIII, p.* 306.)

C'est en traitant le peroxide de barium par les acides, que M. Thenard est parvenu à faire ces nouvelles combinaisons.

Lorsqu'on humecte le peroxide de barium, préparé en saturant la baryte d'oxigène, il se

délite, tombe en poudre et s'échauffe à peine; si dans cet état on le délaye dans sept à huit fois son poids d'eau, et si l'on verse peu-à-peu de l'acide nitrique faible, il s'y dissout facilement par l'agitation, sans qu'il se dégage de gaz, et de telle manière que la dissolution est neutre. Ajoutant alors à cette même dissolution une quantité convenable d'acide sulfurique, il se produit un précipité abondant de sulfate de baryte, et la liqueur filtrée n'est plus que l'eau chargée d'acide nitrique oxigène. Par le même procédé on parvient à oxigéner les acides phosphorique, arsénique, acétique, et ce qui est plus extraordinaire, l'acide hydrochlorique.

Les acides oxigénés sont facilement décomposables par la chaleur. Ils forment avec les bases des sels moins permanens encore. En les traitant de nouveau par le deutoxide de barium, on peut les suroxider encore. M. Thenard en a oxigéné ainsi jusqu'à sept fois.

L'acide hydrochlorique oxigéné est décomposé par l'oxide d'argent avec une vive effervescence due au dégagement du gaz oxigène. On peut, en employant une dissolution de fluate ou de sulfate d'argent et de l'acide hydrochlorique oxigéné, obtenir les acides fluorique et sulfurique oxigénés.

Lorsqu'on verse un excès d'eau de baryte dans l'acide nitrique ou dans l'acide hydrochlorique oxigéné, il se forme un précipité cristallin d'hydrate de peroxide de barium. La strontiane et la chaux sont susceptibles d'être suroxidées, de même que la baryte, par les acides oxigènes, et M. Thenard espère parvenir à suroxider plusieurs terres et beaucoup d'oxides métalliques

en mettant un excès de base avec l'acide oxigéné, ou en précipitant les sels oxigénés par la potasse, ou enfin en mettant en contact les hydrochlorates oxigénés avec l'oxide d'argent.

Nouvelles observations sur les acides et les oxides oxigénés; par J. L. Thenard. (Annales de Chimie, *tome IX, p.* 51-94.)

M. Thenard est parvenu à obtenir, par la première méthode qu'il a imaginée, de l'acide hydrochlorique oxigéné composé de 9 volumes d'oxigène sur 1 volume d'acide hydrochlorique. En mettant cet acide oxigéné en contact avec du sulfate d'argent, il se forme à l'instant du chlorure d'argent et de l'acide sulfurique oxigéné; en séparant celui-ci par le filtre et y ajoutant de l'acide hydrochlorique, mais en moindre quantité que n'en contient l'acide hydrochlorique oxigéné dont on s'est servi, et mettant ensuite dans le mélange assez de baryte seulement pour précipiter l'acide sulfurique, on obtient de l'acide hydrochlorique plus oxigéné que le premier. En répétant cette opération plusieurs fois sur le même acide, on parvient à avoir de l'acide hydrochlorique oxigéné qui contient en volume près de seize fois autant d'oxigène que d'acide hydrochlorique.

La chaleur de l'ébullition ne dégage pas complétement l'oxigène de ces acides.

L'oxide d'argent en dégage l'oxigène avec effervescence; et il se forme un chlorure violet. L'oxide d'or produit le même effet et se réduit complétement.

Les acides nitrique, sulfurique et phosphorique oxigénés réduisent partiellement l'oxide

d'argent, en donnant lieu à une vive effervescence.

L'argent métallique très-divisé, le fer, le zinc, le cuivre, le bismuth, le plomb et le platine, plongés dans une dissolution de nitrate ou d'hydrochlorate de potasse oxigénés, en dégagent tout l'oxigène; le fer et le cuivre s'oxident, les autres métaux ne s'oxident pas.

Les peroxides de manganèse et de plomb dégagent aussi l'oxigène des nitrates et des hydrochlorates de potasse oxigénée, sans s'altérer ni se dissoudre.

L'acide nitrique oxigéné dissout les peroxides de manganèse et de plomb avec grand dégagement de gaz oxigène.

Les sulfates, phosphates et fluates alkalins oxigénés présentent à-peu-près les mêmes phénomènes.

En dissolvant les oxides de zinc, de cuivre et de nickel dans de l'acide hydrochlorique oxigéné trois à quatre fois, en décomposant l'hydrochlorate oxigéné par de la potasse ou de la soude employée sans excès, on parvient à suroxigéner les oxides qui se précipitent à l'état d'hydrate. L'hydrate d'oxide de zinc suroxigéné est jaunâtre, celui de cuivre vert olive, et celui de nickel d'un vert pomme sale peu foncé. Ces hydrates se décomposent presque complétement en les faisant bouillir dans l'eau.

Observations sur l'influence de l'eau dans la formation des acides oxigénés; par M. Thenard. (Annales de Chimie, *tome IX, p.* 314.)

L'eau ne peut pas être oxigénée par l'acide hydrochlorique oxigéné et l'oxide d'argent. A l'ins-

tant où l'on met ces substances en contact, le gaz oxigène se dégage ; mais M. Thenard est parvenu à faire absorber à l'eau plus de six fois son volume de gaz oxigène en saturant rapidement l'acide sulfurique oxigéné par de l'eau de baryte.

L'eau oxigénée jouit de propriétés particulières remarquables. Placée dans le vide, elle n'abandonne pas l'oxigène qu'elle contient : elle se concentre et finit par se vaporiser. Plongée dans un mélange frigorifique, elle se congèle sans subir d'altération, tandis qu'elle perd tout son oxigène par une chaleur de 100°.

Les acides, le sucre, plusieurs substances végétales et animales tendent à unir plus intimement l'oxigène avec l'eau. L'oxide d'argent, l'argent, les métaux, les sulfures et les oxides métalliques, le charbon, etc., tendent au contraire à l'en séparer immédiatement; ce qui porte de plus en plus à faire voir, dit M. Thenard, que ces phénomènes dépendent de l'électricité. Les oxides métalliques, en dégageant l'oxigène de l'eau, abandonnent en même temps le leur ; les métaux ne s'oxident pas.

Nouvelles recherches sur l'eau oxigénée ; par M. Thenard. (Annales de Chimie, *tome IX, p.* 441.)

En plaçant sous le récipient de la machine pneumatique au-dessus d'une capsule presque pleine d'acide sulfurique 1200 parties d'eau qui renfermaient trois fois et demi leur volume d'oxigène, elles se sont promptement congelées et se sont réduites en quelques jours à 30 parties. L'eau

dès-lors, au lieu de 3 p. ½ d'oxigène, en contenait 41. Cette eau est insipide, inodore, sans couleur, sans action sur le tournesol; elle se congèle et se vaporise dans le vide sans se décomposer. La chaleur de l'ébullition en dégage presque tout l'oxigène. Une multitude de corps, que M. Thenard a indiqués dans sa notice précédente, la décomposent; mais ce qui est fort remarquable, c'est que le dégagement de gaz, loin de produire du froid, est toujours accompagné d'une élévation très-sensible de température.

M. Thenard annonce qu'il possède maintenant une liqueur acide qui contient 125 fois son volume d'oxigène et qu'elle continue d'en absorber avec la même facilité.

Observations sur l'action mutuelle des sels; par M. Longchamp. (Annales de Chimie, *t. IX, p.* 5.)

M. Vauquelin a fait voir (*Annales de Chimie, t. XIII, p.* 86) que le chlorure de sodium précipite en partie de leurs dissolutions les sulfates de potasse, de soude, d'ammoniaque, de magnésie, les nitrates de soude et de magnésie, les chlorures de potassium et de barium, et l'hydrochlorate d'ammoniaque, et qu'alors la température s'élève de quelques degrés;

Que le chlorure de sodium ne précipite pas de leurs dissolutions les sulfates de chaux et d'alumine, les nitrates de baryte et de potasse, et qu'en s'y dissolvant il fait baisser un peu la température;

Que le chlorure de sodium ne se dissout pas dans les dissolutions de nitrate de chaux et de

chlorure de calcium, et qu'il est plus soluble dans la dissolution de certains sels qu'il ne le serait dans l'eau distillée.

On a observé, il y a déjà très-long-temps, que la dissolubilité du nitrate de potasse s'accroît beaucoup par le chlorure de sodium. M. Longchamp s'est assuré que l'inverse n'a pas lieu, et que le nitrate de potasse n'augmente que très-peu la dissolubilité du chlorure de sodium ; il en conclut que ce n'est pas l'action mutuelle des sels qui est la cause du premier phénomène; il pense qu'il est dû à leur décomposition réciproque, décomposition qui a lieu dans l'acte de la dissolution du nitrate de potasse, et qui est limitée par la grande action que l'eau exerce sur le sel marin.

Lorsqu'on fait cristalliser une semblable dissolution ou le mélange d'une dissolution de nitrate de soude et d'une dissolution de chlorure de potassium, on obtient du nitrate de potasse et du chlorure de sodium ; il y a décomposition en sens inverse de la précédente.

L'expérience a donné à M. Longchamp les résultats suivans sur la solubilité du salpêtre dans le sel marin : il a opéré à la température de 18° centigrades.

Quantité de la dissolution de salpêtre employé.	Sel marin ajouté.	Salpêtre dissous à la faveur du sel marin.	Salpêtre primitivement dissous.	Total du salpêtre dissous.	Pesanteur spécifique des dissolutions.
gr.	gr.	gr.			
100	0	0	21,63	21,63	1,1510
100	5	0,746	21,63	22,376	1,1871
100	10	1,267	21,63	22,897	1,2212
100	15	1,658	21,63	23,288	1,2323
100	20	1,827	21,63	23,457	1,2832
100	25	2,585	21,63	24,215	1,3096
100	26,85	3,220	21,63	24,85	1,3290

Lorsqu'on verse du sous-carbonate de potasse dans un mélange de nitrate et d'hydrochlorate de chaux, l'un des deux sels n'est pas décomposé préférablement à l'autre; la décomposition a lieu sur une portion de chacun.

Dans une expérience où il avait employé les trois sels dans une proportion telle que le sous-carbonate aurait pu décomposer complétement chacun des deux autres, pris séparément; M. Longchamp a obtenu des quantités de nitrate de potasse et de chlorure de potassium dans le rapport d'environ 24 à 9.

D'après ces faits, M. Longchamp propose de changer la méthode ancienne de fabriquer le salpêtre; au lieu de décomposer la dissolution salpêtrée par la potasse du commerce ou par les eaux de cendres, on y ajouterait du sulfate de soude : elle ne contiendrait plus alors que des nitrates et des hydrochlorates de potasse et de soude; et en y mêlant ensuite une quantité convenable de chlorure de potassium, elle ne présenterait pour résultat, par l'acte de la cristallisation, que du nitrate de potasse et du chlorure de sodium. Les eaux de cendres contenant beaucoup de chlorure de potassium, et la potasse des Vosges en renfermant plus de moitié de son poids, il serait facile au gouvernement de se procurer ce sel, qui jusqu'à présent n'est employé à aucun usage.

Dans l'état des choses, il s'en perd au moins 200,000 kil. par année : en effet l'on a reconnu que le salpêtre brut contient 18 à 20 pour 100 de sel marin, que plusieurs commissaires ont trouvé renfermer la moitié et jusqu'aux deux tiers de chlorure de potassium; et comme il se

fabrique en France environ 1,500,000 kil. de salpêtre raffiné, ce travail doit produire à-peu-près 400,000 kil. de ce sel marin, et par conséquent au moins 200,000 kil. de chlorure de potassium.

Restait à déterminer les quantités précises de nitrate de soude et de chlorure de potassium qu'il faudrait employer pour qu'il n'y eût point excès de l'un des sels après leur décomposition réciproque. Pour y parvenir, M. Longchamp a cherché à connaître par des expériences soignées et plusieurs fois répétées la composition exacte de plusieurs sels; il a trouvé qu'en admettant dans le sous-carbonate de soude :

Acide carbonique.....	0,4113
Soude...............	0,5887

Dans le muriate de potasse :

Acide muriatique.....	0,36742
Potasse.............	0,63258

ce qui donne pour le chlorure de potassium :

Chlore..............	0,4750
Potassium...........	0,5250

Si la potasse renferme 0,17 d'oxigène; et dans le carbonate de chaux :

Acide carbonique.....	0,437
Chaux...............	0,563

les sels suivans doivent contenir, savoir :

Le sulfate de soude :

Acide sulfurique......	0,56143
Soufre..............	0,43857

Le nitrate de soude :

Acide nitrique........	0,63247
Soude...............	0,36753

Le nitrate de potasse :

Acide nitrique........	0,53300
Potasse.............	0,46700

Le nitrate de chaux :

Acide nitrique........	0,65115
Chaux...............	0,34885

Le muriate de soude :

Acide muriatique.....	0,46601
Soude..............	0,53399

Le chlorure de sodium :

Chlore..............	0,60233
Sodium.............	0,39767

Le muriate de chaux :

Acide muriatique.....	0,49410
Chaux..............	0,50590

Le chlorure de calcium :

Chlore.............	0,63645
Calcium............	0,36355

Le sous-carbonate de potasse :

Acide carbonique......	0,32412
Potasse.............	0,67588

Enfin, il résulte encore de ses expériences, que la potasse doit contenir :

Potassium............	0,82721
Oxigène.............	0,17279

La chaux :

Calcium.............	0,71862
Oxigène.............	0,28138

que pour décomposer complétement 100 parties de nitrate de soude, il faut employer 87,612 de chlorure de potassium, et que le produit doit être 118,669 de nitrate de potasse, 68,908 de chlo-

rure de sodium, et 0,035 de soude libre. D'après les analyses les plus généralement suivies on trouverait que, pour décomposer 100 parties de nitrate de soude, il faudrait 87,86 de chlorure de potassium; qu'il se formerait 119,198 de nitrate de potasse, 66,302 de chlorure de sodium, et qu'il resterait 2,36 de soude libre.

Du raffinage actuel du salpêtre comparé au mode usité avant la révolution; par M. Longchamp. (Annales de Chimie, *t. IX, p.* 200.)

MM. Désormes et Clément ont fait voir dans un mémoire qu'ils ont publié dans les Annales de Chimie (t. 92, p. 248), que la cristallisation isole les sels; qu'un sel peut cristalliser à l'état de pureté au milieu d'une eau-mère composée d'autres sels, et que ce n'est que par l'eau-mère qui s'attache aux cristaux que ceux-ci sont impurs. Ces principes sont avoués par tous les chimistes, et M. Longchamp ne les conteste pas; mais il pense, contre l'avis de MM. Désormes et Clément, que la cristallisation faite sans lavage est pour les arts un mauvais mode de purification, parce qu'il est long et dispendieux, et qu'au contraire le lavage et la cristallisation confuse sont un excellent moyen qui doit être adopté par tous les fabricans qui s'occupent de la purification des sels. Entre autres faits qu'il cite à l'appui de son opinion, nous rapporterons les expériences comparatives qu'il a faites sur les deux modes de raffinage du salpêtre.

Pour comparer les résultats de ces deux modes, M. Longchamp a pris d'abord 18 kilo, de salpêtre brut, qu'il a dissous dans 5k,5 d'eau;

après avoir enlevé les écumes, il a collé, et le collage terminé, la liqueur a été mise en refroidissement pendant quarante-huit heures; après quoi il a mis égoutter pendant vingt-quatre heures. Il a obtenu $14^k,8$ de salpêtre qui donnait sur cent parties 6,08 de chlorure d'argent. Il a dissous ce salpêtre dans 4 kilo. d'eau; après avoir écumé et collé, il a laissé refroidir pendant quarante-huit heures, et ensuite le sel a été mis en égout pendant soixante heures. Il a eu $13^k,5$ de salpêtre, dont cent parties donnaient 1,36 de chlorure d'argent: il a redissous ce salpêtre dans un peu plus de 3 kilo. d'eau; il a laissé refroidir la liqueur pendant quarante-huit heures, et mis les sels à égoutter pendant cent vingt heures. Il a obtenu $12^k,5$ de salpêtre, qui sur 100 parties donnait 0,3 de chlorure d'argent, et qui contenait par conséquent encore 0,13 pour 100 de sel marin, quoique le raffinage ait été fait par trois cristallisations, et non par deux, comme cela se pratique ordinairement, lorsqu'on suit ce procédé, qui est celui qui était usité avant la révolution.

Pour constater ensuite les avantages du raffinage actuel, il a pris 3,410 kil. de salpêtre brut qu'il a mis dans un grand bassin de cuivre avec 1,512 kilo. d'eau provenant du lavage des terres salpêtrées: après trois ou quatre heures l'eau a été décantée, et il est resté $2,880^k$ de salpêtre qui renfermaient 6,50 d'eau et $3,75^k$ de sels étrangers pour 100. Ce salpêtre a été mis dans une chaudière; les écumes enlevées et le collage fini, la dissolution a été portée, comme il est d'usage, dans un grand bassin de cuivre, où elle a été agitée sans cesse jusqu'à son re-

froidissement; le salpêtre qui s'est précipité a été mis dans une caisse à double fond et arrosé avec de l'eau de puits. Après être resté en égout dans les caisses pendant huit à dix jours, il a été séché et a produit 1243$^{k.}$ de salpêtre, lequel, dissous dans l'eau distillée, donnait à peine un léger louche; par le nitrate d'argent on a reconnu qu'il contenait $\frac{1}{5000}$ de sel marin, dont plus de la moitié provenait de l'eau de puits employée au lavage. Ainsi, s'il eût été lavé à l'eau distillée, il n'aurait pas contenu $\frac{1}{10000}$ de sels étrangers, tandis que le salpêtre purifié par trois cristallisations en contenait encore $\frac{13}{10000}$. Il paraît donc incontestable que le mode que l'on suit actuellement dans les ateliers du gouvernement est infiniment préférable au mode ancien; mais il faut observer que le lavage préalable du salpêtre brut est une opération essentielle, et que si l'on s'en dispensait, on obtiendrait difficilement un sel d'une pureté convenable.

Observations sur le raffinage du borax; par MM. Robiquet *et* Marchand (Journal de Pharmacie, *tome IV, p.* 98.)

On trouve dans le commerce deux espèces de borax; le borax brut ou *tinkal*, et ce qu'on appelle le borax demi-raffiné de la Chine. Le premier est en prismes hexaèdres plus ou moins aplatis, assez bien terminés et très-petits. Ces cristaux, tantôt incolores, tantôt jaunes ou verdâtres, sont recouverts d'un enduit terreux, gras au toucher, et d'une odeur de savon. Le borax demi-raffiné est en masses ou croûtes de

4 à 5 centimètres d'épaisseur, assez semblable extérieurement au sucre de lait.

On pourrait détruire aisément la matière grasse en calcinant le borax brut; mais MM. Robiquet et Marchand croient qu'il est préférable et plus économique d'employer la chaux ou un sel calcaire pour convertir la matière grasse en un savon insoluble, ainsi que l'avait conseillé Fourcroy.

Pour purifier le tinkal, on le met dans une cuve; on le recouvre de 8 à 10 centimètres d'eau; on laisse macérer pour que la matière se délaie bien, et on brasse de temps en temps. Au bout de cinq à six heures on ajoute un quatre-centièmes de chaux éteinte; on brasse de nouveau et on laisse reposer jusqu'au lendemain; on enlève ensuite le borax au moyen d'un tamis, et on le met à égoutter. On laisse clarifier l'eau par le repos, et on procède à de nouveaux lavages jusqu'à ce qu'elle sorte claire. Alors on fait un dernier lavage avec une petite quantité d'eau pure.

On dissout les cristaux ainsi lavés dans deux parties et demie d'eau; on ajoute un kilogramme de muriate de chaux par quintal, et on filtre dans une chausse de treillis. On concentre la liqueur jusqu'à 18 à 20° de l'aréomètre, et on met à cristalliser dans des vases de bois blanc ou de plomb de forme conique. Pour avoir des cristaux isolés et bien terminés, il faut prendre toutes les précautions possibles pour que le refroidissement soit excessivement lent. L'eau froide n'enlève que la matière savonneuse, du sulfate et du muriate de soude, et une très-petite quantité de borax. Le déchet par le lavage

n'est que de 10 pour 100. Quant au borax demi-raffiné, on le purifie en le dissolvant sur-le-champ, et ajoutant à la dissolution 2 à 3 pour 100 de muriate de chaux, suivant la qualité du sel.

Sur le prussiate triple de potasse et de fer; par Thomas Thomson. (Annales de Chimie, *tome VIII, p.* 430.)

La pesanteur spécifique de ce sel est de 2833. Exposé à la chaleur, il perd de l'eau et devient blanc : quelque intense que soit la chaleur, il ne perd point tout son acide. A 12° 100 parties d'eau dissolvent 27,8 de sel; à 95°, elles en dissolvent 90,6.

L'acide sulfurique concentré le blanchit, le dissout, et si on chauffe il se décompose en dégageant un gaz d'une odeur particulière, qui brûle avec une flamme d'un bleu foncé. Ce gaz est insoluble dans l'eau; sa densité est de 0,993, et il est composé de 3 volumes d'oxide de carbone et un volume de gaz hydrogène condensés en 3 volumes.

L'acide nitrique concentré et bouillant finit par décomposer complétement le prussiate triple : il en résulte du nitrate de potasse et de l'oxide de fer; mais une portion du fer se volatilise lorsqu'on chauffe le mélange.

Le sel est composé à-peu-près de :

Acide. .	Fer métallique. .	0,1500	0,4590
	Matière gazeuse.	0,3090	
Potasse.			0,4164
Eau.			0,1300
			1,0054

Sur l'alun de soude. (Journal de Physique, *tome LXXXVII, p.* 307.)

M. Zellner a découvert un sulfate de soude et d'alumine qui cristallise très-bien, s'effleurit légèrement à l'air et se dissout dans le double de son poids d'eau froide; ce sel est composé de:

Alumine.......	0,240
Soude.........	0,140
Acide sulfurique.	0,545
Eau...........	0,074
	0,999

Sur la précipitation des métaux les uns par les autres, de leurs dissolutions acides; par M. Gay-Lussac. (Annales de Chimie, *t. VII, p.* 219.)

M. Brugnatelli a proposé un nouveau moyen de faire des alliages métalliques, qui consiste à plonger un métal dans la dissolution de celui avec lequel on le veut allier, quand la précipitation est possible. M. Gay-Lussac pense que ce moyen ne peut réussir; que, excepté les cas où le métal peut se combiner à froid avec l'autre, comme cela arrive pour le mercure avec l'argent et avec le cuivre, le métal précipité est ordinairement pur; et que lorsqu'il paraît allié, ce qui n'est jamais qu'en petite quantité, il ne contient le métal étranger qu'à l'état de mélange. Il fait observer à l'appui de son opinion, que l'argent précipité du nitrate par le cuivre est très-pur; que l'on sait par une longue expérience que le fer et le zinc précipitent

le cuivre à l'état de pureté, et enfin qu'ayant plongé une lame de zinc dans de l'acétate de plomb, le métal précipité avait tous les caractères du plomb le plus pur.

De l'influence des métaux sur la production du potassium à l'aide du charbon; par M. Vauquelin. (Annales de Chimie, *t. VII*, *p.* 30.)

Lorsqu'on fond du sulfate d'antimoine grillé avec du tartre, on obtient un métal d'une couleur blanche grise sans éclat, et d'une texture grenue. Ce métal décompose l'eau avec dégagement de gaz hydrogène; l'eau devient fortement alcaline: le volume du gaz dégagé est à-peu-près 30 centimètres cubes pour deux grammes. Lorsqu'on expose un culot au contact de l'air, il se recouvre d'une sorte d'humidité de laquelle on voit se dégager une infinité de bulles de gaz. Au bout de quelque temps ce phénomène cesse, et alors le métal ne décompose plus l'eau. La propriété qu'a le métal de décomposer l'eau se conserve lorsqu'on le tient plongé dans le naphte. L'antimoine du commerce fondu avec du tartre donne un résultat semblable.

Le bismuth fondu avec du tartre acquiert aussi la propriété de décomposer l'eau avec effervescence.

De l'oxide de plomb réduit avec du tartre a donné un culot d'une couleur grise, d'une structure fibreuse et cassant. La langue appliquée sur une cassure fraîche de ce métal a éprouvé une saveur très-alkaline, et un morceau de papier de tournesol rougi par un acide et appliqué humide sur cette même cassure, a été

rappelé à l'instant à sa couleur naturelle. Cependant, mis avec de l'eau, il n'a pas donné de gaz hydrogène.

M. Vauquelin présume que ces effets sont dus à la présence du potassium dans l'antimoine et dans les autres métaux fondus avec le tartre, et il pense que la production de cette substance éminemment combustible est favorisée par la présence des autres métaux : effectivement, à cette température, le charbon ne décompose pas la potasse.

Pour vérifier cette théorie, il a fait fondre dans un tube de verre fermé par en haut, du potassium avec de l'antimoine et avec du plomb, et il a obtenu des alliages semblables à ceux faits avec le tartre.

D'après le volume du gaz hydrogène dégagé, on trouve que l'antimoine fondu avec le tartre doit contenir environ 0,05 de potassium.

Deuxième mémoire sur le caméléon minéral; par MM. Chevillot *et* Edwards (Annales de Chimie, *tome VIII, p.* 337) (1).

La soude forme, avec l'oxide noir de manganèse, un caméléon vert qui passe promptement au rouge pourpre, comme la potasse; mais elle ne fournit pas comme celle-ci un sel cristallisé.

La baryte et la strontiane, lorsqu'on chauffe convenablement, donnent un caméléon vert-pré insoluble dans l'eau.

On ne peut point obtenir de caméléons avec

(1) Voyez l'extrait du premier mémoire, *Annales des Mines, tome III, p.* 188.

la chaux, les oxides métalliques terreux; ni avec l'ammoniaque.

Le caméléon de potasse dans l'état de combinaison neutre formant des cristaux en aiguilles, chauffé à la température de 230 à 270° centigrades, laisse dégager 100,106 de gaz oxigène, et il reste une poudre noire composée de 0,540 d'oxide noir de manganèse et de 0,354 de caméléon vert. Il est très-vraisemblable que l'oxigène dégagé était combiné à l'oxide noir de manganèse, et formait avec cet oxide un acide particulier : dès-lors les caméléons seraient des manganésiates.

Les cristaux de caméléon rouge sont décomposés, avec flamme, par l'hydrogène, à l'aide d'une légère chaleur : le résidu est l'oxide vert de M. John, qui forme les sels cristallisés.

Le même caméléon est décomposé, avec détonnation, par le phosphore, soit qu'on chauffe légèrement le mélange, soit qu'on le triture. Il en est de même avec le soufre, mais la détonnation est plus faible. Le charbon brûle sans produire de détonnation, l'arsenic s'enflamme, l'antimoine entre en ignition, l'un et l'autre sans détonner.

Le caméléon rouge tenu en dissolution dans l'eau, est décomposé très-rapidement par un corps combustible quelconque, comme la gomme, le sucre, l'alcool, le papier, le mercure, les particules végétales et animales qui flottent dans l'air et tombent dans la liqueur. De là vient qu'il se décompose spontanément et complétement lorsqu'on le laisse exposé au contact de l'air, et souvent même en vaisseaux clos, et qu'il se décompose en partie lorsqu'on le filtre. Le résultat

de la décomposition à froid par un combustible est du sous-carbonate de potasse et de l'oxide de couleur fauve qui renferme moins d'oxigène que l'oxide noir, dans la proportion de 13 à 24.

La potasse caustique en dissolution fait passer le caméléon rouge au vert par les nuances du pourpre, de l'indigo et du bleu. Il y a quatre conditions qui influent sur les changemens de couleur : la quantité de potasse et l'agitation qui favorisent la combinaison bleue ; la quantité d'eau et la température qui produisent l'effet contraire en affaiblissant l'action de la potasse sur le caméléon.

Lorsque, par l'ébullition, on a changé du caméléon vert en rouge, et qu'on le laisse refroidir, il conserve sa couleur ; mais si on l'agite pendant quelques minutes, on le voit bientôt passer au vert.

Le caméléon vert est une combinaison d'acide manganésique et de potasse, dans laquelle la potasse est en grand excès.

La soude, la baryte et la strontiane, en dissolutions suffisamment concentrées, verdissent le caméléon rouge en formant avec lui des combinaisons doubles solubles dans l'eau. La chaux n'agit pas sensiblement.

Les acides rougissent le caméléon vert en lui enlevant l'excès de potasse qu'il contient.

Le caméléon rouge en cristaux se dissout dans les acides suffisamment étendus sans changer de couleur. La dissolution se décompose au bout d'un certain temps, et plus ou moins promptement selon le degré de concentration de l'acide, son degré d'affinité pour la potasse, etc. Il en résulte un sel de potasse, une plus ou moins

grande quantité de sel de manganèse, selon la nature de l'acide, une précipitation d'oxide noir, et un dégagement de gaz oxigène, à moins que l'acide, comme par exemple l'acide sulfureux, n'ait de l'affinité pour ce gaz. Les acides, tels que l'acide sulfurique et l'acide phosphorique, qui, par la concentration, peuvent être amenés à une densité de plus de 1,5, produisent, avec les cristaux de caméléon rouge, des dissolutions de couleurs variées. Lorsque l'acide est très-concentré, la liqueur est d'un vert olive; en y versant de l'eau, elle passe successivement, et à mesure que l'on augmente la proportion du liquide, au jaune cerise, à l'orangé, au rouge éclatant et à l'écarlate.

Expériences sur le mode de traitement le plus convenable des mines de cobalt et de nickel, et sur les moyens d'opérer la séparation de ces métaux; par M. Laugier. (Annales de Chimie, *tome IX, p.* 267.)

Pour obtenir le nickel pur, M. Tuputi dissout la substance du commerce nommée *speiss* dans l'acide nitrique, sans la griller; il évapore la dissolution pour séparer la portion d'arsenic à l'état d'oxide; il verse dans la dissolution, peu-à-peu et à plusieurs reprises, du carbonate de soude, pour séparer les arseniates de fer, de cuivre, de cobalt, jusqu'à ce que le précipité soit vert, époque à laquelle il ne doit plus, selon lui, rester dans l'acide nitrique que de l'arseniate de nickel.

Il décompose cet arseniate par l'acide hydrosulfurique qu'il y fait passer jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. Il fait chauffer pour

enlever l'excès d'acide hydrosulfurique, et en précipitant la dissolution par le carbonate de soude, il obtient du carbonate de nickel qu'il considère comme pur (1).

M. Laugier, aidé de M. Silveira, a préparé du carbonate de nickel par ce procédé: 1°. en grillant préalablement; 2°. sans griller. Dans le premier cas, quatre courans de gaz acide hydrosulfurique provenant chacun de 60$^{g.}$ de sulfure ont suffi pour séparer l'arsenic d'une dissolution de 500$^{g.}$ de minerai; dans le second il a fallu 26 courans. M. Laugier s'aperçut bientôt que son carbonate de nickel n'était pas pur, et qu'il renfermait du cobalt et un peu de fer; il essaya un grand nombre de réactifs pour séparer ces métaux; et il découvrit le moyen suivant: on traite le carbonate par l'acide oxalique qui enlève un peu de fer et qui ne dissout pas la moindre quantité d'oxalates de cobalt et de nickel. Après avoir réduit ces oxalates en poudre, on les triture avec de l'ammoniaque étendue d'une fois et demie son volume d'eau, et on introduit le tout dans une fiole ou dans un matras; par l'agitation à froid, la dissolution s'opère facilement; on peut l'accélérer en l'exposant à une douce chaleur : la dissolution est d'autant plus violette que l'ammoniaque est plus concentrée et d'autant plus bleue que l'ammoniaque est plus étendue d'eau.

Lorsque la dissolution est opérée, on la filtre, et on verse le liquide dans une capsule, où on

---

(1) Ce procédé est imité de celui qu'on suit depuis long-temps dans les manufactures de porcelaine pour préparer l'oxide de cobalt.

l'abandonne au repos. A mesure que l'ammoniaque se dégage, la dissolution devient plus rouge, et il se fait un dépôt cristallisé en houpes aiguillées comme soyeuses, d'une couleur verte foncée. Au bout de trois jours tout le nickel est déposé avec un peu de cobalt, et la dissolution, d'un brun rouge, ne renferme absolument que du cobalt : on lave le dépôt avec de l'eau pure, et on le traite de nouveau par l'ammoniaque, une ou deux fois, si cela est nécessaire; mais ordinairement on ne sépare pour une troisième opération qu'une quantité insignifiante de cobalt.

En traitant les oxalates de nickel et de cobalt par l'ammoniaque, il se forme des sels doubles : l'un, celui de nickel, soluble dans l'ammoniaque, est absolument insoluble dans l'eau ; et l'autre, celui de cobalt, également soluble dans l'ammoniaque, est soluble dans l'eau froide, et plus encore dans l'eau chaude. La dissolution d'oxalate de cobalt et d'ammoniaque fournit, par évaporation lente, des cristaux aiguillés d'une belle couleur rouge de grenat.

Lorsque le cobalt est très-pur, il forme un hydrochlorate, qui cristallise spontanément en cristaux prismatiques rouges de rubis et inaltérables à l'air. Le mélange du fer ou du nickel le rend déliquescent.

En employant son moyen d'analyse, M. Laugier a trouvé que le cobalt gris de Tunaberg, dans lequel on ne soupçonnait pas la présence du nickel, donnait environ 0,01 d'oxalate double de ce métal et d'ammoniaque (1).

(1) On ne connaissait aucun moyen de séparer exactement

Expériences relatives à l'action de l'acide hydrochlorique sur les alliages de cuivre et d'étain; par M. Chaudet, essayeur provisoire des monnaies. (Annales de Chimie, *t. VII, p.* 275.)

L'étain pur se dissout complétement et facilement dans l'acide hydrochlorique d'une pesanteur spécifique de 1,190. Le cuivre pur traité à froid par cet acide, perd 0,0525 de son poids; en le faisant bouillir pendant deux heures avec le même acide, il perd 0,12: il est plus soluble à chaud qu'à froid dans l'acide hydrochlorique.

On peut, au moyen de cet acide, reconnaître la présence d'une très-petite quantité de cuivre dans l'étain; mais il est impossible de déterminer les justes proportions dans lesquelles ces deux métaux seraient alliés. C'est ce que M. Chaudet a constaté par les expériences suivantes:

Il a allié du cuivre et de l'étain pur dans les proportions de

	1°.	2°.	3°.	4°.	5°.	6°.
Cuivre.	0,75	0,50	0,25	0,09	0,9525	0,962
Étain.	0,25	0,50	0,75	0,91	0,0575	0,028

et après avoir pulvérisé ou laminé les alliages, il les a traités par l'acide hydrochlorique et fait bouillir. Le premier alliage donna un résidu de 0,80, le

le cobalt du nickel; la découverte de M. Laugier sera donc très-précieuse pour la docimasie. Nous croyons néanmoins que l'analyse des mines de cobalt et de nickel peut être encore simplifiée. Nous indiquerons incessamment la marche qui nous semble la meilleure à suivre pour doser toutes les substances que ces mines renferment. P. B.

second de 0,07, le troisième de 0,23, le quatrième de 0,115, le cinquième de 0,05 à 0,06, et le sixième de 0,07 à 0,08. Les liqueurs contenaient un peu de cuivre, mais d'autant moins que l'alliage en contenait moins lui-même, et les résidus étaient composés de cuivre et d'étain. M. Chaudet ayant traité le sixième alliage par de l'acide d'une pesanteur spécifique de 1,20, trouva, dans une première expérience, 0,0125 de résidu, et dans une autre 0,0350; différence qui tient évidemment au plus ou moins de minceur de l'alliage, ainsi qu'au degré de chaleur appliquée à la dissolution. Dans ces deux expériences, il y avait eu beaucoup de cuivre de dissous. En opérant à froid, il s'en dissout peu, mais le résidu retient beaucoup d'étain. Lorsque l'alliage ne renferme que quelques millièmes de cuivre, la dissolution hydrochlorique laisse déposer, après quelques heures de repos, une poudre noire extrêmement légère, dont le volume est assez considérable, parce qu'elle contient avec le cuivre beaucoup d'étain.

L'acide hydrochlorique est donc, dit M. Chaudet, le meilleur réactif qu'on puisse employer pour découvrir les plus petites traces d'antimoine, de bismuth, d'arsenic et de cuivre alliés à l'étain.

Sur la volatilité du bismuth; par M. Chaudet, *essayeur provisoire des monnaies.* (Annales de Chimie, *tome IX, p.* 397.)

M. Chaudet a constaté la volatilité du bismuth, à l'égard de laquelle il restait encore quelques doutes, par des expériences directes. Il a fait ces expériences sur du bismuth du commerce, qui

renferme quelquefois du soufre et de l'arsenic, et sur du bismuth purifié. Il a obtenu celui-ci en traitant le premier par l'acide nitrique à 30°, filtrant, précipitant la dissolution par un hydrosulfate, redissolvant le précipité bien lavé, dans l'acide nitrique, précipitant le bismuth par un sous-carbonate alkalin, et reduisant enfin le carbonate métallique en le chauffant avec 0,03e de charbon. M. Chaudet espère n'avoir précipité que du bismuth sans mélange d'arsenic ou d'arseniate, au moyen d'un hydrosulfate.

Le bismuth du commerce et le bismuth purifié se sont comportés de la même manière au feu du fourneau de coupelle, à la température d'environ 30° pyrométriques. Un gramme soumis à cette température dans un petit creuset et recouvert de charbon, a perdu 0g.335 en trois heures; 0g.704 en six heures, et s'est totalement volatilisé en huit heures.

Mémoire contenant quelques expériences sur l'emploi du bismuth dans la détermination du titre des matières d'or et d'argent; par M. Chaudet, essayeur provisoire des monnaies. (Annales de Chimie, *tome VIII, p.* 113.)

Le bismuth du commerce ne peut servir à déterminer le titre des matières d'or et d'argent, en raison de l'arsenic qu'il contient toujours, lequel, en se vaporisant, projette au dehors des coupelles une plus ou moins grande quantité des métaux précieux dont on recherche la proportion, et lors même que le phénomène n'est point sensible à l'œil.

Le bismuth donnant à ses alliages une fluidité très-grande, et favorisant ainsi l'introduc-

tion d'une plus grande quantité d'argent ou d'or dans les pores des coupelles, ne peut point non plus, et lors même qu'il est parfaitement pur, servir à déterminer le titre de ces matières en suivant le procédé en usage, et il ne devient propre à cette opération qu'en employant des coupelles moins perméables que celles employées ordinairement. Pour préparer ces coupelles, il faut calciner les os moins fortement, les passer dans un tamis plus fin, mettre moins d'eau dans la pâte, les tasser plus fortement et faire sécher plus lentement. Une coupelle fabriquée avec ces précautions et faite dans un moule qui emploie ordinairement 14 grammes de matière, doit peser 16,95.

Le bismuth propre à la coupellation est celui qui réduit au moyen de deux parties de flux noir des coupelles dans lesquelles on l'a fait passer, ne laisse rien au-dessus de ce vase, qu'il doit colorer en beau jaune orangé. Sur 100 grammes de bismuth soumis à la coupellation, on en obtient 91,25 par ce procédé (même résultat que pour le plomb) (1). Le bismuth coupellé et réduit deux fois est beaucoup plus ductile que ne l'est ordinairement ce métal. Un petit lingot de six pouces de longueur sur deux lignes d'épaisseur s'est plié sans casser, jusqu'à faire joindre les deux bouts, et en faisant entendre un *cri* tout-à-fait semblable à celui de l'étain. Le bismuth du commerce contient très-

---

(1) M. Chaudet en conclut que la volatilisation de l'un et de l'autre métal est de 0,0875; mais cela n'est pas exact, car on n'obtient point à l'aide de l'essai, par le flux noir, tout le plomb que renferme l'oxide imbibé dans les coupelles. P. B.

souvent de l'argent, qu'on ne peut en séparer exactement qu'en employant des coupelles extrêmement serrées.

Les quantités de bismuth qu'exigent les divers titres de l'argent et de l'or pour leur affinage complet sont beaucoup moins considérables que celles du plomb employées sur ces mêmes titres; on aurait pu prévoir cette différence en se rendant compte de la manière d'agir de ces deux métaux dans l'essai de l'or et de l'argent, qu'ils ne laissent privés de cuivre que par la propriété qu'ils ont de favoriser l'oxidation de ce métal, oxidation d'autant plus grande qu'il y a plus d'oxigène en présence, ce qui est en effet, puisque 100 parties de bismuth exigent 11,27 d'oxigène pour passer à l'état d'oxide, tandis qu'une même quantité de plomb n'en exige que 7,70 pour être amenée à l'état de protoxide jaune qui se forme dans l'opération de la coupellation; à cette cause vient encore se joindre le temps plus considérable que le bismuth met à s'introduire dans les pores des coupelles; l'oxidation du cuivre étant en raison directe du temps que ce métal reste en contact avec les oxides de plomb ou de bismuth.

En comparant la manière dont se comportent le bismuth et le plomb dans l'opération de la coupellation en petit, on trouve qu'avec le bismuth le bain est rarement rond; que les points lumineux sont sensiblement moins intenses, sur-tout vers la fin de l'essai; que le mouvement dont la matière est agitée durant l'opération est moins rapide; que l'éclair est plus prononcé, mais qu'il lui faut moins de temps pour se produire à température égale; que l'essai

n'est pas parfaitement rond à tous les titres; qu'il ne cristallise presque jamais, adhère quelquefois légèrement à la coupelle, doit être fait à une plus basse température, végète beaucoup plus rarement, suite naturelle de la plus petite quantité de bismuth employée, donne des coupelles presque noires, au lieu du vert foncé dont sont colorées les coupelles dans lesquelles on a passé des essais avec le plomb.

Le tableau suivant indique les quantités de bismuth nécessaires pour faire les essais d'argent dans un fourneau qui marquerait 8° pyrométriques sur le devant de la moufle, 12 au milieu et 21 au fond. L'essai des trois premiers titres doit être terminé à une plus basse température que celle que l'on emploie ordinairement. L'essai des autres titres doit être commencé tout-à-fait sur le devant de la moufle, et terminé là où commencent ordinairement les autres essais.

TITRE de L'ARGENT.	QUANTITÉS de cuivre allié à l'argent suivant les titres correspond^s.	DOSES de bismuth nécessaires pour l'affinage complet de l'argent.	RAPPORT qui existe dans le bain entre le bismuth et le cuivre.
Argent à 1000	0	$\frac{1}{11}$	0
950	50	2 gr.	40
900	100	3	30
800	200	6	30
700	300	8	26,5
600	400	10	25
500	500	11	22
400	600	12	20
300	700	12	17
200	800	12	15
100	900	12	13,3
Cuivre pur.	1000	8	8

On suppose la prise d'essai de un gramme, elle n'est ordinairement que d'un demi-gramme pour les trois premiers titres.

Sur la préparation de l'oxide rouge de mercure; par M. Gay-Lussac. (Annales de Chimie, *tome VI, p.* 99.)

La variation de la couleur et du grain du peroxide de mercure du commerce dépend de l'état critallin du nitrate de mercure que l'on décompose par le feu. Si l'on prend du nitrate bien broyé, on obtient un oxide jaune orangé en poudre : des cristaux volumineux et denses du même sel donnent un oxide d'un orange foncé; mais si le nitrate est en petits grains cristallins, l'oxide est cristallisé et d'un rouge orangé; le pernitrate donne un plus bel oxide.

Réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène. (Annales de Chimie, *tome VIII, p.* 441.)

La méthode suivante de réduire le chlorure d'argent par l'hydrogène, due à M. Arfwedson, n'est peut-être pas assez connue. Dégagez de l'hydrogène en contact avec le chlorure d'argent, en mêlant ensemble le chlorure, du zinc en limailles, de l'acide sulfurique et de l'eau, et l'argent sera réduit à l'état métallique. Le zinc est aisément dissous par un excès d'acide, et l'argent est obtenu pur après avoir été lavé.

Sur les dissolutions de l'argent dans l'ammoniaque; par M. Faraday. (Annales de Chimie, *tome IX, p.* 107.)

L'oxide d'argent précipité par les alkalis ou

par les terres alkalines se dissout complétement dans l'ammoniaque. La liqueur ammoniacale exposée à l'air se recouvre d'une pellicule brillante qui est le protoxide d'argent, composé de : argent, 150; oxigène, 7,5; tandis que le péroxide renferme : argent, 101,6; oxide, 715.

En faisant bouillir pendant quelques instans une dissolution ammoniacale d'argent, elle se colore, il se dégage de l'azote et il se dépose de l'argent fulminant en poudre noire. En faisant bouillir de nouveau, il se dégage toujours de l'azote, mais il ne se dépose plus que du protoxide.

Le protoxide se dissout très-bien dans l'ammoniaque, mais il ne produit point de poudre fulminante.

Sur la forme cristalline du protoxide de plomb; par M. Houtton Labillardière. (Annales de Chimie, *tome VII, p.* 218.)

Une dissolution de litharge dans la soude, abandonnée à elle-même pendant l'hiver, a laissé déposer des cristaux blancs demi-transparens, de la grosseur d'une tête d'épingle, ayant la forme de dodécaèdres réguliers. M. Labillardière a reconnu que ces cristaux étaient de l'oxide de plomb pur.

Sur le platine fondu; par M. Prechtel. (Annales de Physique de Gilbert. *Janvier* 1818.)

M. Prechtel, directeur de l'institut polytechnique à Vienne, a réussi à fondre le platine à l'aide d'un feu extrêmement violent et dans des creusets très-réfractaires. Le plus grand degré de chaleur qu'il ait produit, peut être évalué

à 180°. Le platine ainsi fondu perd beaucoup de sa pesanteur spécifique; il ne pèse plus que $17\frac{2}{3}$. On peut le rayer avec le couteau. Il cède aisément aux coups du marteau, il s'écaille et présente une fracture granuleuse semblable à celle de pareilles pièces de fer cru. La mine de platine ne se fond pas au même degré que le platine pur.

Détails de quelques expériences faites sur le platine brut et sur un nouveau procédé pour en séparer le palladium et le rhodium; par Joseph Cloud, *essayeur à la monnaie des Etats-Unis. Lu à la Société Philosophique Américaine de Philadelphie, le 3 novembre* 1809. (Extrait des Transactions de la Société Philosophique de Philadelphie, 2e. *série, tome Ier.*, 1818.) *Traduit par* M. Kéating.

Le platine brut, tel que nous le recevons de l'Amérique méridionale, est un composé hétérogène, ordinairement mélangé d'une grande quantité de sable ferrugineux très-sensiblement attirable à l'aimant; du moins tel était l'échantillon qui a servi à mes expériences. Afin donc de le séparer autant que possible du mélange ferrugineux, je me suis servi du barreau aimanté tant qu'il en a séparé quelque chose. Après quoi je l'ai soumis au traitement suivant.

1°. Le platine cru a été soumis à l'action de l'acide nitromuriatique bouillant jusqu'à ce qu'il ait cessé d'agir. L'acide employé était formé de parties égales en volumes d'acides nitrique et muriatique. La liqueur qui tenait alors en dissolution le platine, le palladium, le rhodium, le fer et peut-être quelques autres métaux,

a été décantée de dessus le résidu insoluble qui, d'après M. Tennant, contient l'iridium et l'osmium.

2°. A la dissolution ci-dessus obtenue j'ai ajouté une dissolution saturée à chaud de muriate d'ammoniaque, jusqu'à ce qu'il ne se formât plus de précipité de platine, ayant soin de séparer la liqueur le plus tôt possible pour empêcher les précipités de palladium et de rhodium de se mêler avec celui de platine, ces métaux étant aussi précipités par le muriate d'ammoniaque, mais moins facilement que le platine. Le précipité fut bien lavé à l'eau distillée, et les eaux de lavage furent réunies à la dissolution.

3°. Le précipité de muriate ammoniacal de platine fut calciné au rouge pour en séparer le muriate d'ammoniaque, puis redissous dans l'acide nitromuriatique, et la liqueur précipitée de la même manière et avec les mêmes précautions que précédemment; j'obtins ainsi un superbe précipité orange qui, chauffé au rouge blanc dans un creuset, était aggloméré, parfaitement métallique et très-brillant; après avoir été fondu au moyen des courans réunis de gaz oxigène et hydrogène, il était parfaitement ductile et malléable, en sorte que, au moyen du laminoir, je l'ai réduit en lames extrêmement minces. Sa pesanteur spécifique dans l'eau distillée à 62° du thermomètre de Fahreinheit, à très-peu près 17° du therm. centig., prise à une balance sensible à $\frac{1}{1000}$ de grain, était de 23,543.

4°. Les dissolutions acides et les eaux de lavage provenant des expériences 2 et 3 retenant toujours une petite quantité de platine et tous les

métaux qui se trouvaient dans le minéral brut, excepté l'iridium et l'osmium, furent réunies ensemble, et au moyen de lames de zinc j'ai précipité le platine, le palladium, le rhodium, et peut-être quelques petites portions d'autres métaux à l'état métallique. Le précipité fut lavé et séché.

5°. Le précipité métallique de l'expérience dernière fut mêlé avec quatre fois son poids d'argent fin et coupellé avec une quantité suffisante de plomb pour enlever tous les métaux vils qui auraient pu être précipités par le zinc. Il me restait alors un alliage d'argent, de platine, palladium, rhodium, et peut-être d'une petite portion d'or.

6°. Cet alliage fut réduit en petites lames et soumis à l'action de l'acide nitrique bouillant, jusqu'à ce que l'argent et le palladium aient été dissous et que l'acide ait cessé d'agir. La dissolution fut décantée et les métaux non dissous bien lavés. Cette opération est indispensable pour éviter la formation du muriate d'argent, qui aurait lieu dans l'expérience suivante, s'il restait un peu de nitrate d'argent.

7°. A la liqueur obtenue dans l'expérience précédente j'ai ajouté de l'acide muriatique pur en excès. L'argent fut précipité à l'état de muriate. L'acide décanté ne retenait plus que du palladium en dissolution (1). On peut en précipiter ce métal par la potassse caustique ou par le

(1) On sait que le platine, allié à une grande quantité d'argent, se dissout très-bien dans l'acide nitrique : il est donc étonnant que dans cette circonstance M. Cloud n'ait pas trouvé de platine dans la liqueur nitrique. R.

prussiate de mercure; ce précipité doit être fondu avec du borax. Par le procédé précédent j'ai obtenu du palladium pur et ductile dont la pesanteur spécifique prise à 64° du thermomètre de Fahreinheit, dans l'eau de rivière, était de 11,040.

8°. Les métaux non dissous dans l'expérience 6 étaient du platine, du rhodium, et peut être de l'or. Ils furent soumis à l'action de l'acide nitromuriatique bouillant jusqu'à ce que la liqueur cessât de rien dissoudre. Le platine (et l'or s'il y en avait), furent dissous, et le rhodium resta sous la forme d'une poudre noire. La dissolution étant décantée, j'ai chauffé au rouge blanc la poudre lavée. Elle a pris le brillant métallique, puis je l'ai fondue complétement au chalumeau hydropneumatique à environ 160° du pyromètre de Wedgwood. Sa pesanteur spécifique était de 11,20.

Le rhodium ainsi obtenu ressemble beaucoup par sa couleur à de la fonte; il se brise comme elle sous le marteau en opposant la même résistance. Les acides nitrique et nitromuriatique sont sans action sur ce métal.

9°. Le platine et l'or peuvent être successivement retirés de la dissolution (8) au moyen du muriate d'ammoniaque et du sulfate de fer.

MINÉRAUX

Envoyés du Brésil au Cabinet de l'École royale des Mines;

PAR M. DE MONLEVADE, Aspirant.

L'AMOUR seul de la minéralogie et de la géologie a déterminé M. de Monlevade à entreprendre à ses frais un voyage au Brésil, avec la permission de M. le directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines. Il est parti au commencement de 1817; il a déjà employé une partie de cette année et de la suivante à parcourir plusieurs *comarcas* ou districts; ceux de Rio-Janeiro, San-Joao del Rey, Villarica et Sabara. Après en être revenu à Rio-Janeiro, il a dû repartir, en juin 1818, pour de nouvelles excursions.

Il a observé, sur une vaste étendue, cette grande chaîne dont les roches sont si abondamment mélangées de fer oxidulé et oligiste souvent aurifères, et qui paraît appartenir essentiellement aux terrains de transition. Il a visité des nitrières naturelles extrêmement productives; et il a pu constater la véritable position géologique d'un grand nombre des substances pierreuses et métalliques, qui sont déjà connues en Europe comme provenant du Brésil.

Ces détails sont consignés dans les lettres qu'il a adressées à M. le directeur général et à plusieurs membres du corps des Mines. Il annonçait qu'il se proposait de rédiger plusieurs mémoires géologiques, mais qu'il attendait pour cela que les caisses renfermant ses récoltes lithologiques, et qu'il avait laissées en arrière, dans l'intérieur,

fussent arrivées à Rio-Janeiro. Il paraît qu'elles ne lui sont pas parvenues avant son départ pour une nouvelle tournée. Il a néanmoins expédié à M. le directeur général une suite de petits échantillons qu'il avait pu rapporter avec lui.

On peut les partager en deux classes, les espèces minérales et les roches.

On doit distinguer sur-tout : 1°. des cristaux de titane oxidé qui sont à la vérité assez petits, mais d'une netteté de cristallisation extrêmement rare dans cette substance, et dont plusieurs sont transparens : quelques-uns présentent une nouvelle espèce de groupement régulier très-intéressante ; 2°. de l'or natif cristallisé en cubes et en octaèdres ; 3°. de l'or disséminé sur du fer oxidulé ; 4°. du plomb chromaté en cristaux assez nets ; 5°. plusieurs variétés de fer oligiste, dont une sur-tout très-remarquable par sa cassure conchoïde, lisse et éclatante ; 6°. de l'antimoine natif ; 7°. un beau cristal bien conservé de topaze blanche ; 8°. des quarz roses, violets, jaunes, etc., d'autres mélangés de titane oxidé aciculaire, etc.

Ces minéraux proviennent principalement des districts de Sabara et de Villarica. Il ne s'y trouve, comme on le voit, ni cymophanes, ni euclase, M. de Monlevade n'ayant pas encore visité les districts de Cerro-do-Frio et de Minas-Novas dont il paraît que ces pierres rares proviennent.

Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails sur ces minéraux dont plusieurs mériteraient une description étendue, sachant que M. de Monlevade se propose de s'en occuper à son retour, qui probablement aura lieu cette année.

Quant aux roches, comme elles n'étaient

accompagnées que d'un catalogue très-succinct, nous ne pouvons en donner qu'une faible idée. Le plus grand nombre appartient aux terrains de transition du district de Sabara et à la chaîne ferrifère et aurifère qui en fait partie, sur laquelle on a déjà établi quelques usines à fer. On y voit une roche schisteuse dans laquelle le mica est remplacé par des paillettes de fer oligiste. Les Mémoires géologiques que M. de Monlevade prépare sur cette contrée, seront d'un très-grand intérêt.

Extrait d'une lettre du SÉNÉGAL.

M. Grandin, ingénieur au Corps royal des Mines, a été envoyé au Sénégal, en 1818, pour remplacer M. Brédif, dont les rédacteurs des Annales ont fait connaître les travaux et la fin prématurée.

Dans une lettre que M. Grandin a adressée à M. le directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, le 28 novembre 1818, il lui fait part du résultat de ses premières courses dans l'île Saint-Louis et sur les bords du Sénégal. Nous croyons devoir extraire de cette lettre les deux indications suivantes :

« Dans l'île Saint-Louis, je n'ai trouvé en place que du » sable, dont quelques parties m'ont paru, par l'effet du » lavage, devoir contenir du fer oxidulé, du fer oxidé noir, » non sensible au barreau aimanté, du corindon, du zircon, de » la topaze, du péridot et du quarz hyalin, le tout en frag- » mens très-petits. L'ordre dans lequel je cite ces substances » est celui de leur densité respective, qui m'a été indiqué par » le lavage.....

» Les écailles d'huîtres, avec lesquelles on fait de la chaux » dans ce pays, se trouvent, en forme de bancs, sur la rive » gauche du Sénégal, à 2 miriamètres au-dessus de l'île Saint- » Louis, et nulle part, au Sénégal comme dans ses environs, » les pêcheurs ne trouvent d'huîtres vivantes....

NOTE

Sur l'emploi du BALANCIER HYDRAULIQUE (1).

Extrait d'une lettre adressée, par M. Dartigues, au président de l'Académie royale des Sciences, lue dans la séance de l'Académie du 9 novembre 1818.

« SUR une chute d'eau de 1m., 83 (5 ½ pieds) dont 1m., 50 (4 ½ pieds) seulement sont susceptibles de donner le mouvement à une machine, j'ai construit un balancier dont chaque bras a 2 mètres de long, et supporte un coffre dont la base ayant 0m.,92 de côté présente une surface de 8464 centimètres carrés. Ces coffres se chargeant, à chaque oscillation, d'une épaisseur d'eau de 0m.,33 (1 pied), descendent donc avec une force égale au poids de 279312 centimètres cubes d'eau; soit 279 ½ décimètres cubes ou litres d'eau. Le même axe est emmanché d'un autre levier double, aux deux bouts duquel sont les tiges de pistons d'une pompe foulante, qui fait monter l'eau à 13m.,50, ou juste neuf fois plus haut que la longueur de la chute parcourue par la force motrice en descendant; il faudrait donc, pour qu'il n'y eût pas du tout de perte de force, que l'eau portée au réservoir supérieur fût de $\frac{279312}{9}$ centimètres cubes d'eau ou 31034 centimètres cubes à chaque coup de piston. Or mes pistons ont une base égale à 275 centimètres carrés, et parcourent 1 mètre

(1) La description de cette machine a été insérée dans les *Annales des Mines*, tome II, p. 45.

à chaque coup ; ainsi ils lancent à 13^{m},50, 27500 centimètres cubes d'eau, au lieu de 31034, ce qui, réduit à la plus simple expression, démontre une perte de $\frac{7}{62}$, ou un peu moins de $\frac{1}{8}$ de la force employée pour vaincre les frottemens dans une machine très-mal exécutée par les chétifs ouvriers que j'ai pu me procurer dans ce pays-ci (Vonêche).

» Il est vrai que les défauts d'exécution que j'admets occasionnent d'autres pertes ou écoulemens d'eau, qui ne servent à rien ; mais étant étrangers au mécanisme, ils n'existeraient pas dans une machine mieux faite ; ainsi il ne faut pas les compter ici.

» Mais sur les $5\frac{1}{2}$ pieds de chute dont je puis disposer, il y a 1 pied employé à emplir les coffres avant qu'ils ne descendent, ce qui est une perte réelle dans la puissance du moteur égale $\frac{2}{11}$; ou sur 100 de force :

1°. Pour les $\frac{2}{11}$	18,18
Et 2°. pour les frottemens, etc., les $\frac{7}{62}$ trouvés plus haut sur 18,82 restant.	9,22
Total de la perte	27,40

» Ainsi, il est clair que, dans ce cas, il y a environ $73\frac{1}{2}$ pour $\frac{0}{0}$ de la force de l'eau utilement employée, ne tenant pas compte des pertes provenant des défauts d'exécution, et lorsque la machine est appliquée à une chute de $5\frac{1}{2}$ pieds seulement ; c'est sans doute déjà un résultat bien plus avantageux que dans aucune autre machine hydraulique connue ; mais je prie d'observer d'abord que la perte des $\frac{7}{62}$ pour frottement, etc., pourrait vraisemblablement se diminuer beaucoup, en

exécutant toutes les pièces de la machine mieux que je n'ai pu le faire en ce pays, et sur-tout en n'employant qu'une seule pompe au lieu de deux que j'ai de chaque côté du balancier. Ensuite le pied d'eau dont je charge mes coffres dans ce cas-ci ne produit une perte de $\frac{2}{11}$ qu'à cause de la petite chute de 5 $\frac{1}{2}$ pieds, dont j'ai pu disposer; si par exemple j'avais une chute double ou de 11 pieds, je n'aurais plus que $\frac{1}{11}$ de perte; ainsi l'on voit que rien n'empêcherait que le balancier hydraulique bien fait, et appliqué à une chute d'eau de 10 à 12 pieds, ne pût être amené à produire un résultat utile égal à plus de 80 pour $\frac{0}{0}$ de la force de l'eau employée.

» L'on peut ajouter à l'avantage que présente ce résultat, celui très-grand de pouvoir tirer parti de quantités d'eau peu considérables, et de ne demander qu'un très-petit emplacement. Ma machine n'occupe qu'une place de 16 pieds sur 10, et pourrait être encore plus resserrée; elle donne environ, avec 10 ou 12 coups de piston par minute, qu'on pourrait augmenter de beaucoup, 18000 litres ou décimètres cubes d'eau par heure à 40 $\frac{1}{2}$ pieds de haut. »

ANALYSES DE MINÉRAUX.

1. *Analyse du polyhalite; par M.* Stromeyer. (Annales de Chimie, *tome VIII*, *p.* 223.)

Ce minéral se trouve dans les couches de sel gemme de Jschel, dans la Haute-Autriche; il a été confondu jusqu'à présent, par les minéralogistes, avec la muriacite, sous la dénomination de muriacite fibreuse.

Sa composition est remarquable. Il contient :

Sulfate de chaux ordinaire. . .	0,2874
Sulfate de chaux anhydre. . . .	0,2236
Sulfate de potasse.	0,2740
Sulfate de magnésie anhydre. .	0,2011
Chlorure de sodium mélangé. .	0,0019
Oxide de fer.	0,0032
	0,9912

2. *Analyse de l'aluminite; par* Fr. Stromeyer. (Journal de Schweigger. *t. XIX*, *p.* 424.)

Aluminite de Newhaven, près de Brigton. On la trouve comme celle de Halle en rognons traversés par du gypse et de l'ocre; son apparence est celle de la craie; elle est d'un blanc de neige, opaque, terreuse, tendre et friable, au point de se laisser facilement couper au couteau, mais à un degré moindre que l'aluminite de Halle. Ainsi que cette dernière, elle présente à la loupe un tissu écailleux, à grains très-fins. Sa densité à la température de 15° est de 1,7054.

Desséchée dans un tube de verre, au milieu d'un feu de charbon, elle donne de l'eau et perd 36 pour 100; chauffée plus fortement, elle abandonne tout son acide, et sa perte totale est de 6,915. L'acide hydrochlorique la dissout sans effervescence : on peut alors isoler facilement ses principes constituans par les procédés d'analyse connus. En négligeant le gypse et l'oxide de fer, qui sont évidemment accidentels, et dont la quantité ne s'élève pas d'ailleurs à un demi-centième, on a pour la composition du minéral :

Alumine.	0,29868
Acide sulfurique. .	0,23370
Eau.	0,46762
	1,00000

point de potasse.

L'aluminite de Halle et celle de Morl, près de Halle, ont donné à fort peu près les mêmes résultats, savoir :

	Aluminite de Halle (1).		Aluminite de Morl.
Alumine.	0,30263	. . . .	0,30807
Acide sulfurique. .	0,23365	. . . .	0,23554
Eau.	0,46372	. . . .	0,45639
	1,00000		1,00000

Les trois minéraux analysés sont évidemment identiques et doivent être considérés comme du sous-sulfate d'alumine. En admettant, avec

(1) L'aluminite de Halle est composée de :

	Selon Simon.		Selon Bucholz.
Alumine.	0,3150	. . . .	0,3100
Acide sulfurique.	0,1925	. . .	0,2150
Eau.	0,4700	. . .	0,4500
Silice, chaux, oxide de fer.	0,0225	. . .	0,0250
	1,0000		1,0000

M. Berzélius, que 100 parties d'alumine neutralisent 234,1 d'acide sulfurique, on trouve que dans le minéral de Newhaven la même quantité d'alumine est combinée avec 78,24 d'acide, c'est-à-dire, avec le tiers seulement de celui qu'elle pourrait neutraliser.

L'aluminite n'est donc point de l'alumine pure, et ne peut pas être classée parmi les minéraux argileux.

3. *Analyse d'un sous-sulfate d'alumine trouvé en quantité considérable dans une mine de charbon de terre, près d'Oldham; par* Williame Henri, *docteur en médecine.* (Journal de Physique, *tome LXXXVI, p* 461.)

La couleur de cette substance, lorsqu'on en coupe un morceau, est intermédiaire entre celle de la neige et celle du lait; elle est très-douce au toucher et assez transparente en général, excepté dans de petites taches où elle est opaque et granulée. Elle a une saveur sous-acide et rougit le papier bleu; exposée à l'air, elle se dessèche, et en même temps elle s'éclate comme l'amidon, en masses allongées; desséchée à la température de 71°, elle perd 0,87 de son poids; elle est soluble dans les acides et contient :

Eau.	0,881
Alumine.	0,065
Acide sulfurique. . .	0,030
Silice.	0,024
	1,000

La quantité d'alumine serait suffisante pour saturer plus de cinq fois autant d'acide sulfurique que ce minéral en contient.

4. *Analyse de la stéatite de Bayreuth; par MM.* Bucholz et Brandes. (Journal de Sweigger, *tome XX, page* 277.)

Silice..	0,6012
Magnésie..	0,3015
Protoxide de fer.	0,0302
Oxide de cuivre.	0,0058
Eau.	0,0563
	0,9950

Klaproth avait trouvé :

Silice.	0,595
Magnésie.	0,305
Fer.	0,025
Eau.	0,055
	0,980

5. *Sur une nouvelle substance minérale, kichl spath, spath siliceux; par M.* Haussman. (Journal de Physique, *tome LXXXVI, page* 169.)

Ce minéral se trouve à Chesterfield, dans le comté de Massachusset, aux Etats-Unis. Il est, accompagné de tourmaline et de grenat; par ses caractères extérieurs il ressemble au feld-spath; son tissu est feuilleté; il se détache en grains ou en écailles; sa transparence et son éclat sont intermédiaires entre le verre et la nacre. M. Stromeyer l'a trouvé composé de :

Silice..	0,7068
Alumine.	0,1980
Soûde.	0,0905
Chaux.	0,0025
Oxide de magnésie et fer.	0,0010
	0,9988

6. *Examen de deux nouvelles substances minérales appartenant à une espèce nommée* Lenzinite ; *par M. le professeur* John. (Manuel de Minéralogie de Léonard, 1816, *page* 345.)

1°. *Lenzinite opaline.*

Sa couleur est d'un blanc laiteux ; sa forme extérieure en gros et petits morceaux ; les panders de la grosseur d'une noix : son éclat est demi-mat, mais par le toucher il prend un aspect un peu graisseux. Sa fracture est imparfaitement unie et largement conchoïde ; ses fragmens sont tranchans et ont une forme indéterminée ; sa transparence est parfaite, surtout sur les bords ; sa dureté est médiocre ; elle se laisse aisément racler avec un couteau, et devient luisante. On la réduit aisément en poudre qui est d'un blanc de neige ; elle happe à la langue. Sa pesenteur spécifique est de 2,10 ; mise dans l'eau, elle s'y brise avec bruit, et il en résulte une multitude de morceaux qui sont presque transparens, et qui par le plus léger attouchement tombent en une quantité innombrable de petits grains durs ; rougie dans un creuset, elle perd 0,25 d'eau, et elle s'endurcit au point de rayer le verre ; elle est composée de :

Silice.	0,3750
Alumine.	0,3750
Eau.	0,2500
Chaux.	trace.
	1,0000

2°. *Lenzinite argileuse.*

Sa couleur, ordinairement d'un blanc de neige, peut être changée en blanc jaune clair par un peu d'oxide de fer qui lui est accidentel. Son éclat est mat, sa cassure terreuse, et ses fragmens d'une forme indéterminée. Sa transparence est nulle, les petits éclats le sont à peine un peu; par la raclure et le frottement elle prend un aspect onctueux; elle est tendre; sa cassure offre de légères fendillures; elle parait lisse au toucher; elle happe fortement à la langue; sa poussière est d'un blanc de neige; sa pesanteur spécifique est 1,80; mise dans l'eau, elle se brise avec un fort sifflement, cependant un peu moindre que pour l'opaline, sans augmenter sa transparence; rougie au feu, elle se durcit assez pour rayer le verre; du reste, elle n'éprouve aucun changement; elle est composée de :

Silice.	0,390
Alumine.	0,355
Eau.	0,250
Chaux.	0,005
	1,0000

Ces deux substances, que M. John réunit dans une même espèce, qu'il a dédiée à M. Lenzius, minéralogiste allemand, ont été trouvées dans le même lieu, à Kall dans l'Eifeld.

7. *Sur une nouvelle substance minérale nommée* Lectite; *par M.* Clarke. (Journal de Physique, *tome LXXXVI.*, *page* 388.)

Cette substance a été découverte par M. Clarke à Gryphytta, dans la province de Wesmanie, en Suède. Elle est d'une couleur

rouge uniforme ; elle n'a pas plus de lustre ni de transparence que la corne ; sa fracture est plutôt esquilleuse que conchoïde, semblable à celle de la pierre à fusil ; elle a aussi la dureté de cette pierre. Sa pesanteur spécifique est de 2,71 ; elle est composée de :

Silice.	0,750
Alumine.	0,220
Oxide de manganèse.	0,025
Eau.	0,005
	1,000

8. *Sur un nouveau minéral nommé* Pargatite (Journal de Physique, *tome LXXXVI, page* 472.)

Ce minéral vient de Finlande ; il a été trouvé, il y a quelques années, au village de Ersby, près Abo. Il est vert translucide ; ses cristaux de différentes grandeurs et d'au moins un pouce de long ; leur forme est octaèdre avec une base rhomboïdale ; ils offrent trois clivages : plus dur que le spath fluor, il est cependant rayé par le quarz ; il raye le verre. Sa pesanteur spécifique est de 3,11 ; il fond au chalumeau en une masse qui offre un lustre de perle ; il contient :

Silice.	0,4201
Alumine.	0,1406
Magnésie.	0,1827
Chaux.	0,1428
Oxide de fer.	0,0332
Oxide de manganèse.	0,0103
Acide fluorique et eau.	0,0309
Métal non suffisamment examiné.	0,0033
	0,9639

(*Annales de Chimie* de Thomson).

Ce minéral (cocolith de Werner), dont il a été fait mention, pour la première fois, dans le *Manuel de Minéralogie* de Léonard, pour 1815, a été confondu succesivement avec le pyroxène, la sodalite, la grammatite, etc.; mais d'après les observations de M. Haüy, consignées dans les *Mémoires du Muséum*, ce n'est bien certainement qu'une variété de l'amphibole. (*Note des rédacteurs* du Journal de Physique.)

---

9. *Sur une nouvelle variété d'alumine hydratée silicifère; par M.* Léon Dufour. (Journal de Physique, *tome LXXXVI*, *page* 251.)

Ce minéral a été trouvé au commencement de 1818, aux environs de Saint-Sever (département des Landes), par M. Léon Dufour. Ses caractères sont les suivans : il est en rognons ordinairement de la grosseur du poing et qui excèdent rarement le volume de la tête; d'un beau blanc mat; il a quelquefois la demi-transparence de l'opale; sa cassure est terne et homogène; il se coupe facilement au couteau, et cependant il offre une fragilité singulière, puisque lorsqu'on le frappe avec un marteau, il se brise en éclats très-argileux; il a une douceur remarquable au toucher et devient luisant par le frottement; il happe fortement à la langue, mais ne répand que très-peu l'odeur argileuse; il répand une odeur très-sensible de pommes, sur-tout dans les fractures nouvelles.

M. Pelletier l'a trouvé composé de :

Silice.	0,50
Alumine. . .	0,22
Eau.	0,26
	0,98

10. *Analyse de l'égeran, de la méïonite et du tantalite de Bavière ; par M.* le comte Dunin-Borkowsky. (Journal de Physique, *tome LXXXVII, page* 382.)

L'égeran est d'un brun rougeâtre, passant rarement au brun hépatique ; il est tantôt en masses, tantôt cristallisé en prismes quadrangulaires, dont les faces latérales sont un peu convexes et fortement striées dans leur longueur ; peu éclatant à l'intérieur, très-éclatant à l'extérieur. Sa cassure est lamelleuse dans deux sens qui se coupent à angle droit ; compacte et inégale dans le sens transverse. L'égeran en masse se présente constamment en pièces séparées scapiformes minces, tantôt divergentes en faisceaux, tantôt entrelacées.

Il est faiblement translucide sur les bords, médiocrement dur, aigre ; sa pesanteur spécifique est de 3,294 ; il contient :

Silice.	0,41
Alumine.	0,22
Chaux.	0,22
Magnésie.	0,03
Fer.	0,07
Manganèse.	0,02
Potasse.	0,01
	0,98

M. Borkowsky le considère comme formé essentiellement de siliciate d'alumine et de bisiliciate de chaux, et il pense qu'il ne peut pas être confondu avec l'idocrase dont la composition n'admet que du siliciate de chaux et du siliciate d'alumine (1).

(1) Voyez *Annales des Mines, tome III, p.* 5, une note de M. Cordier à ce sujet.

M. Brokowsky a trouvé dans la meïônite :

Silice	0,460
Alumine	0,325
Chaux	0,200
Soude	0,005
	0,990

et dans le tantalite de Bavière :

Oxide de tantale	0,750
Oxide de fer	0,200
Oxide de manganèse	0,040
Oxide d'étain	0,005
	0,995

11. *Analyse du cobalt gris et du cobalt arsenical; par M.* Stromeyer (1). (Annales de Chimie, *tome VIII, page* 80.)

D'après le résultat de plusieurs analyses, différant peu entre elles, le cobalt gris de Skutterud, dans la paroisse de Modum en Norwége, est composé de :

Arsenic	0,4347	ou	Sulfure de cobalt	0,4939
Cobalt	0,3310		Persulfure de fer	0,0703
Fer	0,0323		Arsenic	0,4346
Soufre	0,2008			....
	0,9988			0,9988

Le cobalt de Tunaberg a donné absolument les mêmes résultats à M. Stromeyer (2).

(1) M. Stromeyer a présenté sur ce sujet deux dissertations à l'Académie de Gottingue, en avril 1817.

(2) Le cobalt de Tunaberg contient :

	d'après Klaproth.	d'après Tassaert.
Arsenic	0,555	0,490
Cobalt	0,440	0,367
Soufre	0,005	0,065
Fer	0,000	0,057
	1,000	0,979

Le cobalt arsenical de Riegelsdorf en Hesse, est composé de :

Arsenic. . . .	0,7422	ou	Arseniure de cobalt.	0,5170
Cobalt.	0,2031		Arseniure de fer. .	0,0917
Fer.	0,0342		Persulfure de fer. .	0,0155
Soufre.	0,0089		Sulfure de cuivre. .	0,0020
Cuivre.	0,0016		Arsenic.	0,3638
	0,9900			0,9900

On voit par ces résultats que la nature du cobalt gris diffère essentiellement de celle du cobalt arsenical. La différence est moins due à la proportion des élémens, qu'à ce que dans le premier minéral, le cobalt est à l'état de sulfure, et dans le second à l'état d'arseniure; néanmoins les deux minéraux se rapprochent en cela que le sulfure et l'arseniure sont combinés chacun avec de l'arsenic. Ils contiennent aussi du fer persulfuré; mais il y en a une plus grande quantité dans le cobalt gris que dans le cobalt arsenical, et il est probable que dans ce dernier le fer sulfuré est combiné, ou avec l'arseniure de fer à l'état de pyrite arsenicale, ou avec le sulfure de cuivre à l'état de pyrite cuivreuse.

Dans le cours de ses recherches, M. Stromeyer a eu l'occasion de se convaincre de nouveau que l'on ne peut bien séparer l'arsenic du fer que par l'acide hydro-sulfurique, et qu'en employant les sels de plomb il se précipitait toujours de l'arseniate de fer. Il a aussi reconnu que l'ammoniaque caustique ou carbonatée ne séparait point exactement le fer du cobalt; car on retrouvait constamment du cobalt dans le précipité, et du fer dans la dissolution.

Le réactif qui réussit le mieux est l'acide oxalique, comme M. Tupputi l'a indiqué le premier. L'oxalate de fer retient bien toujours un peu d'oxalate de cobalt en dissolution, mais la quantité en est insignifiante et peut être négligée. On peut employer avec le même avantage l'acide oxalique pour séparer le fer du nickel; car M. Stromeyer a montré ailleurs qu'avec l'ammoniaque on ne peut y réussir.

La couleur verte que prennent ordinairement les dissolutions de chlorure de cobalt par la concentration, provient bien plus ordinairement du fer que du nickel; il faut en effet une quantité notable de nickel pour faire tirer légèrement au vert la couleur indigo d'une dissolution concentrée et pure de cobalt, tandis qu'il ne faut qu'une très-petite quantité de chlorure de fer pour la verdir sensiblement. Il est encore digne de remarque que le chlorure de cobalt, étant entièrement desséché, prend, comme les autres sels de cobalt, une couleur rouge pâle (1).

(1) Nous publierons incessamment plusieurs analyses de différentes variétés de cobalt gris qui ont été faites il y a deux ans au laboratoire de l'école des Mines, et dont les résultats diffèrent peu de ceux qu'a obtenus M. Stromeyer. Nous examinerons si les conclusions de ce savant, relativement au mode de combinaison des élémens du cobalt gris, peuvent être adoptées, ce qui ne nous paraît pas probable, et nous rapporterons quelques expériences que nous avons faites sur les combinaisons du cobalt. Nous nous bornerons pour le moment à dire qu'il y a un moyen aussi simple qu'exact de séparer l'arsenic du cobalt, du nickel, du cuivre, etc., et de le doser, et que le cobalt pur, loin d'être fragile, comme on le suppose, s'aplatit et change de forme sous le choc du marteau, même à froid. P. B.

12. *Découverte du cobalt dans le fer météorique; par M.* Stromeyer. (Gilbert, Annales, *tome LX, page* 191.)

M. Stromeyer a découvert la présence du cobalt dans un échantillon de fer météorique provenant de la grosse masse trouvée au Cap de Bonne-Espérance. Il n'a pu découvrir ce métal, ni dans la masse de fer de Sibérie, ni dans celle d'Ellenbogen en Bohème.

---

13. *Analyse comparative des carbonates vert et bleu de cuivre; par* Richard Phillips. (Annales de Chimie, *tome VII, page* 44.) (The journ. of Sience, *tome IV, page* 273.)

Carbonate vert.

Ce carbonate est composé :

	d'après Klaproth.		d'après Vauquelin.
De Cuivre.	0,5800	. . . .	0,5610
Oxigène.	0,1250	. . . .	0,1400
Acide carbonique. . .	0,1800	. . . .	0,2125
Eau.	0,1150	. . . .	0,0865
	1,0000		1,0000

M. Phillips y a trouvé :

Peroxide de cuivre.. .	0,720
Acide carbonique. . .	0,185
Eau.	0,095
	1,000

Pour l'analyser, il a calciné au rouge, dans un creuset de platine; le résidu était de l'oxide brun de cuivre, et la perte était due à l'eau et à l'acide carbonique. Il a dosé l'acide carbonique, en appréciant la diminution de poids qu'éprouve le minéral en se dissolvant dans l'acide nitrique, et, par différence, il a eu l'eau.

En supposant le carbonate vert formé d'une proportion ou atome d'oxide, d'une d'acide et d'une d'eau, il devrait contenir :

Peroxide de cuivre..	0,7221
Acide carbonique. .	0,1962
Eau.	0,0817
	1,0000

Carbonate bleu.

Le carbonate de cuivre est composé :

	d'après Klaproth.	d'après Vauquelin.
De Cuivre.	0,560	0,560
Oxigène.	0,140	0,125
Acide carbonique. . . .	0,240	0,250
Eau..	0,060	0,065
	1,000	1,000

M Phillips a obtenu les résultats suivans :

Peroxide de cuivre. .	0,6908
Acide carbonique.. .	0,2546
Eau.	0,0546
	1,0000

Ces résultats s'accordent parfaitement avec la supposition que le carbonate bleu est formé de trois proportions de peroxide, quatre d'acide carbonique et deux d'eau.

Le docteur Thomson a donné l'analyse d'un carbonate anhydre renfermant une proportion d'oxide et une d'acide, ainsi il existe trois carbonates natifs.

Les cendres bleues ressemblent au carbonate bleu naturel, tant par la nature que par la proportion de leurs principes constituans ; car elles contiennent, d'après l'analyse que M. Phillips en a faite :

Peroxide de cuivre.. .	0,676
Acide carbonique. . .	0,241
Eau..	0,059
Impuretés et humidités	0,024
	1,000

Suivant Proust, 100 parties de cuivre, dissoutes dans l'acide nitrique et précipitées ensuite par un carbonate alkalin, donnent, après la dessiccation, 181 parties, composées de 125 de peroxide, 49 d'acide carbonique, et 10 d'eau. Ces résultats concordent avec ceux fournis par le carbonate bleu naturel ou artificiel; mais la couleur du précipité n'est pas aussi belle que celle des cendres bleues (1).

14. *Analyse des minéraux qui renferment le sélénium; par M.* Berzélius. (Annales de Chimie, *tome IX, page* 356.) (2)

Le sélénium existe en Suède dans la pyrite de Fahlun, et dans les minéraux qui proviennent de la mine de cuivre abandonnée de Skrickerum, dans la paroisse de Tryserum, en Smoland.

La pyrite de Fahlun est mélangée de blende, de galène, de chlorite, etc.; 10 grammes de

(1) Proust dit que la couleur de ce carbonate est un vert pomme éclatant, nuancé au ton des belles malachites. (*Annales de Chimie, tome XXXII, p.* 29.) R.

(2) Le sélénium est une substance qui a beaucoup d'analogie avec le soufre, et qui a été découverte par MM. Berzélius et Gahn dans les produits d'une fabrique d'acide sulfurique où l'on brûle du soufre qui est extrait des pyrites de la mine de Fahlun.

M. Berzélius a recherché les propriétés principales de cette substance, et il vient de publier à ce sujet un mémoire très-détaillé et très-important. Le sélénium, dit ce célèbre chimiste, est au soufre ce que l'arsenic est au phosphore. Nous insérerons un extrait de ce mémoire dans la première livraison. R.

cette pyrite ont été dissous dans l'acide nitromuriatique; la dissolution a été précipitée par du gaz hydrogène sulfuré, et le précipité a été dissous de nouveau dans l'acide nitromuriatique; le liquide a été saturé de potasse, filtré et évaporé à sec. Le sel obtenu a été mêlé à du muriate d'ammoniaque et exposé à une température élevée; il est resté du sélénium, mais en quantité si petite qu'il n'a pu être pesé.

Le soufre impur, provenant de cette pyrite, donna 0,0015 de son poids de sélénium mêlé d'arsenic et autres impuretés.

Les minéraux de Skrickérum, qui contiennent du sélénium, portent dans les vieilles collections le nom de *bismuth natif*. Ils renferment deux espèces distinctes : le séléniure de cuivre et le séléniure de cuivre et d'argent; M. Berzélius a donné à cette dernière espèce le nom *d'eukairite* (opportun).

Le séléniure de cuivre se trouve infiltré dans la chaux carbonatée en grosses taches noires, qui présentent une végétation métallique blanche dans les fractures, et dans la serpentine qui enveloppe l'eukaïrite. M. Berzélius sépara la substance métallique de la chaux carbonatée par l'acide muriatique; il resta une masse noire qui fut dissoute par l'acide nitrique. La dissolution mêlée avec du nitrate de baryte ne donna aucun précipité. Le muriate de soude n'en précipita rien non plus; mais après quelques minutes, le liquide commença à prendre une teinte laiteuse, et donna, quelques heures après, les traces d'un précipité. Le liquide, qui était bleu, mêlé avec de l'ammoniaque caustique en excès, ne laissa rien précipiter; mais avec du sous-carbonate de potasse, il se

forma du carbonate de cuivre. On sépara ensuite du liquide restant, rendu acide par l'acide muriatique, du sélénium, moyennant le sulfite d'ammoniaque.

Le minéral qui contient l'eukaïrite est d'un gris de plomb, et d'un brillant métallique; la cassure est grenue, sous-cristalline; il est mou, se laisse couper au couteau; la coupure a le brillant de l'argent; le marteau lui donne des impressions.

Au chalumeau, il fond, donne l'odeur de radis et laisse un petit bouton métallique gris; avec le borax il donne un verre vert et un bouton métallique cassant de *séléniure d'argent.*

Le minéral réduit en très-petits grains et séparé de sa gangue, avec tout le soin possible, a été dissous dans l'acide nitrique bouillant; la dissolution a été étendue d'eau bouillante et filtrée (l'eau froide en aurait précipité du séléniate d'argent, ce qui sans doute a donné lieu de supposer la présence du bismuth). Le liquide tombait dans une dissolution de muriate de soude: il resta sur le filtre, qui fut lavé avec de l'acide nitrique étendu et bouillant, 0,04 de matières pierreuses. Les liqueurs mélangées produisirent 0,507 de muriate d'argent équivalant à 0,3893 d'argent.

Le liquide fut précipité par du gaz hydrogène sulfuré. Le précipité fut redissous par de l'acide nitromuriatique, et la liqueur acide rapprochée jusqu'à ce que tout l'acide nitrique fût décomposé; on l'étendit d'eau et on y mêla du sufilte d'ammoniaque, le liquide se troubla peu-à-peu et devint rouge de cinabre. Après quelques heures, on le fit bouillir et on y ajouta de temps en temps de petites portions du sulfite d'ammoniaque; on laissa continuer l'ébullition

pendant deux heures, pour être bien sûr d'avoir parfaitement précipité le sélénium; séché et presque fondu sur le filtre, il pesait 0,26.

Le liquide séparé du sélénium et privé par l'ébullition de l'acide sulfureux restant, a été précipité par du sous-carbonate de potasse : on obtint 0,27 d'oxide noir de cuivre, équivalant à 0,2135 de métal. Le liquide avait encore une teinte verdâtre ; on le rapprocha, on le satura d'acide muriatique, et moyennant du fer métallique, on en sépara encore 0,015 de cuivre.

Le liquide traité par l'hydrogène sulfuré, donna, par les procédés connus, du fer, de l'alumine, de la chaux et un peu de magnésie; toutes substances provenant évidemment de la gangue.

Le résultat de l'analyse a donc été :

Argent.	0,3893
Cuivre.	0,2305
Sélénium.	0,2600
Substances terreuses. . . .	0,0890
Acide carbonique et perte .	0,0312
	1,0000

Les 0,3893 d'argent se combinent avec 0,0286 d'oxigène ; les 0,2305 de cuivre en prennent pour former le protoxide 0,0291, et les 0,26 de sélénium en demandent, pour être acidifiés, 0,105. On voit donc que les deux métaux a sorbent une quantité égale d'oxigène, et que le sélénium en absorbe deux fois autant. La composition chimique de ce minéral se laisse exprimer par 2 *Cu Se* + *Ag Se*². MM. Hausmann et Stromeyer ont fait connaître, il y a deux ans, un sulfure double de cuivre et d'argent analogue par sa composition à l'eukaïrite.

Extrait du rapport fait à la Société d'Encouragement, sur le prix de 3,000 fr. donné à MM. Baradelle *et* Déodor, *pour la fabrication de divers objets de petite dimension en* fonte de fer adoucie;

Par M. GILLET DE LAUMONT, Inspecteur général au Corps royal des Mines.

Depuis long-temps l'art de mouler de grands objets en fonte de fer a été perfectionné en France; mais on a négligé de jeter en moule des pièces de petite dimension pour lesquelles on continue (malgré les belles expériences de Réaumur, publiées il y a près d'un siècle), à employer le fer forgé, et souvent le cuivre moulé.

La Société d'Encouragement, frappée de cette insouciance et de l'utilité qui résulterait pour les arts de fabriquer en fonte de fer une multitude d'objets fort difficiles à exécuter en fer forgé, a proposé, il y a quatorze ans, un prix de 1,500 francs pour cet objet : elle demanda qu'on lui présentât cinq objets en fonte douce de fer; des *supports de machines à filer le coton*, des *roues d'engrenage*, des *charnières*, des *fiches* et des *clous*; que ces objets fussent *faits en fabrique, moulés avec soin et livrés au commerce à un prix modéré*, et que les charnières et les fiches fussent susceptibles d'être limées et forées facilement.

Trois ans après, un concurrent se présenta; mais n'ayant point exécuté de fiches, de charnières, ni de clous, la Société remit le prix pour être distribué en 1809, puis en 1811, en le por-

tant à 3,000 francs, et exigeant que les concurrens prouvassent avoir mis dans le commerce pour une valeur de 10,000 francs d'objets de petite dimension; personne ne se présentant, elle réduisit cette somme à 5,000 francs, en demandant que parmi les clous se trouvassent ceux *à ardoises*, *à lattes* et *à palisser*, et remit successivement le prix jusqu'en 1818.

Enfin, après quatorze ans d'attente de la part de la Société, un concurrent français a répondu à son appel. M. Baradelle père, fabricant d'instrumens de mathématiques et de physique, associé avec M. Déodor, s'étant pénétré des principes de Réaumur, renfermés dans ses mémoires, sur l'art du fer, publiés en 1722, et des découvertes faites depuis cette époque, a monté une fabrique à Paris, rue de Pontieu, faubourg Saint-Honoré, et a exécuté non seulement les objets demandés par la Société; mais aussi beaucoup d'autres d'une grande utilité dont nous allons rendre compte.

Des cinq objets exigés par le programme:

Les *supports de cylindres de machines à filer*, et les *roues d'engrenage* ont été exécutés en fonte blanche rendue malléable après avoir été moulée; l'ajustage des supports est remarquable par sa précision : le prix de ces objets limés et terminés est établi à moitié de ce qu'ils coûteraient s'ils étaient exécutés en cuivre. Les *charnières*, les *fiches*, aussi faciles à limer et à perçer que celles en fer forgé, sont mieux faites, plus solides et à meilleur marché; les *clous*, soit en fonte grise adoucie, soit en fonte blanche rendue malléable, depuis celui de 5 lignes jusqu'à celui de 18, sont parfaits

pour la forme; le centre de la tête correspond exactement avec l'axe et la pointe; on y trouve le clou à *ardoise* de 9 lignes, qui doit être cassant, celui à *latte* de 12 lignes, et celui à *palisser* de 18 lignes, qui ne doivent pas ployer, et sont en général plus doux que ne le demande l'usage auquel on les destine : plusieurs de ces clous sont en état d'être ployés, courbés et tordus sans se casser. Les prix en sont inférieurs à ceux en fer forgé du commerce; mais ils baisseront aussitôt que la compagnie aura formé un second établissement dans un pays abondant en combustibles.

Indépendamment des cinq objets ci-dessus exigés, la compagnie a présenté :

Des *couverts*, des *cuillers* à ragoût et à potage en fonte blanche adoucie limée et étamée, et les mêmes objets *plaqués en argent*. Ces pièces sont mieux faites que celles en fer du commerce; les grandes cuillers sont à bien meilleur marché, les objets plaqués ont l'avantage de pouvoir suppléer ceux en argent et d'être laissés à la ville ou à la campagne sans inquiétude.

Des *étriers*, des *poignées de voitures* pour servir à y monter, avec des objets de sellerie destinés à être plaqués en argent. Toutes ces pièces compliquées deviennent très-coûteuses en fer, à raison de la difficulté du forgeage et du travail à la lime; la fonte blanche rendue malléable évite le forgeage, et une grande partie du travail, elle est plus résistante que le fer employé par la plupart des ouvriers, qui choisissent celui le plus facile à travailler à chaud, et qui est ordinairement le plus cassant à froid.

Une *serrure* avec des *clefs* en fonte blanche adoucie, à l'exception des vis et des ressorts. Ces serrures seront plus solides que celles ordinaires dont les cages faites en tôle reployée et rivée se désunissent souvent.

Des *marmites*, des *casseroles* tournées et étamées. Ces vases, moins lourds que ceux en fonte ordinaire, moins cassans que ceux en fonte grise qui viennent d'Angleterre, ont l'avantage de ne présenter aucuns des dangers du cuivre, sans altérer la couleur ou le goût des alimens.

Des *barreaux de fonte forgés*, *allongés* en pointe, *ployés* en crochet *soudés* l'un à l'autre; des *lames de fonte contournées* en cercle, *tordues* à chaud sans altération. Ces objets prouvent la malléabilité que la fonte blanche adoucie est susceptible d'acquérir et que l'on ne peut obtenir avec la fonte grise la plus douce.

Un *cachet à poignée massive*, en fonte adoucie, cémentée, puis trempée. Ce cachet, taillé à facettes et poli, s'est fendu parce que l'on n'aurait dû en cémenter que la surface, ou l'obtenir creux à la manière de Réaumur; mais il est certain que les fontes blanches compactes rendues malléables changent d'abord de texture, et qu'en les cémentant ensuite elles s'approchent beaucoup des bons aciers et peuvent servir à faire des outils tranchans, même des objets de bijouterie à bon marché.

On a présenté à la Société un morceau façonné en petit bois de croisée que l'on a annoncé pour être de la fonte moulée venant d'Angleterre: cet objet, qui est d'une exellente qualité, nous a paru de la fonte convertie en fer dans des fourneaux à réverbère, enfin du *fer* tra-

vaillé à l'aide de machines, ou comprimé entre des cylindres gravés en creux; mais il n'a pas de rapports avec la méthode de Baradelle, qui jette en moule les objets qu'il fabrique, avec *de la fonte*, dans la forme où ils doivent être mis en usage et les rend malléables ensuite. Ce procédé a l'avantage de pouvoir servir à fabriquer, avec facilité, les pièces les plus compliquées et celles d'un grand relief, tels que des étriers, des casseroles, des serrures, des poignées de voitures, etc., sans avoir besoin de grands fourneaux, de beaucoup de place ni de cylindres, et par-là de remplir parfaitement les vues économiques de la Société.

Quatre conditions avaient été imposées pour remporter le prix :

1°. La Société d'Encouragement avait demandé que *cinq objets* de petite dimension, qu'elle avait désignés, fussent *moulés avec soin* : la compagnie Baradelle les a non seulement présentés, mais encore un grand nombre d'autres limés et finis aussi bien que pourraient l'être les objets les plus parfaits en fer forgé.

2°. *Que la fonte fût douce* et approchât, le plus possible, de la ténacité du fer : la compagnie a fait plus, elle a donné aux fontes blanches une préparation particulière qui leur procure une malléabilité qui permet de les forger, de les souder l'une et l'autre, de les redresser, de les ployer et de les tordre à chaud.

3°. *Que ces objets pussent être livrés à un prix modéré* : quoique bien mieux faits, et que l'adoucissement seul de la fonte exige souvent plus de soixante-douze heures de feu, leurs prix sont déjà au-dessous de ceux analogues en

fer forgé; mais il diminueront aussitôt que l'on aura monté une seconde fabrique hors de Paris.

4°. *Que les fabricans ayent mis dans le commerce une quantité de produits s'élevant à une valeur de 5,000 francs* : d'après les registres de la compagnie et les déclarations à l'appui, pour la majeure partie, de trois marchands connus, ils avaient vendu, lors du rapport qui en a été fait au Conseil d'administration, pour une somme de 5,224 francs 31 céntimes.

D'après ce rapport, la Société d'encouragement dans sa séance publique du 23 septembre 1818, a accordé le prix de 3,000 francs à la compagnie Baradelle et Déodor, comme une juste récompense de ses succès et des efforts qu'elle a faits pour répondre à son appel en mettant dans le commerce une infinité d'objets utiles de petite dimension, dont depuis Réaumur on n'avait fait en France que des essais assez heureux mais bornés (1).

---

(1) Depuis ce rapport M. Baradelle père est mort; M. Baradelle fils, qui conduisait la fabrique, lui a succédé. La compagnie, formée par M. Baradelle père, s'est dissoute. Une nouvelle, dont M. Déodor ne fait plus partie, fournit tous les fonds nécessaires pour donner à cette fabrication l'étendue dont elle est susceptible; la fonderie et les ateliers vont être transportés rue du Champ-de-l'Allouette, au moulin de Croulbarbe, où il y a une bonne chute d'eau sur la rivière de Bièvre, nn peu au-dessus des Gobelins. Là on continuera à couler, pour le public, en *fonte de fer adoucie*, tous les objets qui seront commandés, au prix moyen de 1 fr. 50 c. le kilogramme, ainsi que des *clous* qui seront toujours au-dessous du prix du conrs.

M. Baradelle fils demeure rue d'Orléans Saint-Honoré, n°. 13; en attendant qu'il aille se fixer à la fabrique, rue du Champ-de-l'Allouette, n°. 10, à Paris.

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

Fers et aciers étrangers.

ORDONNANCE du 6 février 1818, contenant des dispositions relatives à l'entrée des fers et aciers bruts étrangers destinés pour des établissemens français de la côte d'Afrique ou de l'Inde et pour les colonies d'Amérique.

LOUIS, etc., etc., etc.

Nous étant fait représenter la loi du 21 décembre 1814, qui, en augmentant les droits d'entrée sur les fers et aciers bruts étrangers, porte, art. 2, que ceux destinés pour nos colonies d'Afrique, des Indes orientales et occidentales, pourront être entreposés et soumis à un tarif particulier que nous aurons réglé;

Voulant pourvoir à cette mesure et favoriser le commerce de nos sujets dans nos colonies;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. Ier. Les fers et aciers non ouvrés apportés dans ceux de nos ports qui sont ouverts au commerce des colonies, et qui seront déclarés pour des établissemens français de la côte d'Afrique ou de l'Inde, y compris l'île de Bourbon, seront reçus en entrepôt réel, et pourront, pendant deux années, aller à ces destinations en franchise de tous droits.

Art. II. Ceux destinés pour les colonies d'Amérique ne seront assujettis qu'au cinquième des droits du tarif en vigueur pour l'entrée en France.

ART. III. Notre Ministre secrétaire d'État des finances est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Verrerie à verre blanc, dite *Chambourin.*

Ordonnance du 8 *juillet* 1818, *permettant au sieur* Riols Fonclare *d'établir sur le franc bord du canal royal du midi, près le pont de Béziers, département de l'Hérault, en amont de l'écluse octuple de Foncerane, une verrerie à verre blanc, dite* Chambourin.

Verre à vitre et à bouteille.

Ordonnance du 16 *juillet* 1818, *rejetant la requête des sieurs* Girancourt et Consorts, *demandant le rapport de l'ordonnance du* 14 *août* 1816, *qui autorise le sieur* Morel *à construire à Bois-Guillaume, près Rouen, deux fours à fabriquer, l'un du verre à vitre et l'autre du verre à bouteille.*

Fours à plâtre et à chaux.

Ordonnance du 29 *juillet* 1818, *portant que les fours à plâtre et à chaux cessent d'être compris dans la première classe des manufactures et ateliers qui répandent une odeur insalubre on incommode.*

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu le décret du 15 octobre 1810, relatif aux manufactures et ateliers qui répandent une odeur insalubre ou incommode;

Notre ordonnance du 14 janvier 1815 sur le même objet, et la nomenclature, divisée en trois classes, qui s'y trouve annexée;

Voulant accorder, pour la formation et le déplacement de celles desdites fabriques dont l'exploitation présente le moins

d'inconvéniens, les facilités que nous a paru réclamer l'intérêt de l'industrie;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. A compter de la publication de la présente ordonnance, les fours à plâtre et les fours à chaux permanens cessent d'être compris dans la première classe des manufactures et ateliers qui répandent une odeur insalubre ou incommode.

ART. II. Ces mêmes fours feront désormais partie des établissemens de deuxième classe; leur création, en conséquence, ou leur déplacement, ne seront soumis qu'aux formalités prescrites par l'artile VII du décret du 15 octobre 1810.

ART. III. Toutes les permissions concernant des établissemens de la nature dont il s'agit, provisoirement accordées par notre Ministre secrétaire d'État de l'intérieur, depuis le premier janvier 1816, par suite d'instructions rendues en conformité des articles III, IV et V du décret du 15 octobre 1810, sont et demeurent confirmées.

ART. IV. Notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

QUATRIÈME TRIMESTRE DE 1818.

ORDONNANCE du 14 octobre 1818, portant autorisation de concéder le droit d'exploiter une carrière d'ardoise située en la commune de Deville, département des Ardennes.

Carrière d'ardoise.

LOUIS, etc., etc., etc.

Vu la demande formée par les sieurs Jacquemart et Pariselle, tendante à obtenir l'autorisation d'exploiter une carrière

d'ardoise située sur un demi-hectare de bois faisant partie du bois communal de Deville dit *des Petites-Aisances*;

Les délibérations du Conseil municipal de cette commune, en date des 2 septembre 1811, 24 mai 1816 et 24 juillet 1817;

Les procès-verbaux *de commodo et incommodo* des 12 février 1815 et 25 février 1816;

Le plan figuratif des lieux et le plan d'exploitation dressés par les ingénieurs des Mines, et approuvé par le Conseil général des Mines;

Vu les avis de l'inspecteur forestier de l'arrondissement, du sous-préfet de Mézières, du préfet des Ardennes, de notre Conseil général et de notre directeur des Mines; ensemble toutes les pièces jointes au dossier;

Vu, enfin, les oppositions formées par les héritiers Carbon et par le marquis de Chabrillan;

Considérant que l'exploitation de l'ardoisière demandée est très-avantageuse à la commune de Deville et qu'elle jouit du bois des Petites-Aisances, sur lequel cette ardoisière est placée;

Considérant que les exploitations d'ardoisières ne donnent pas lieu à des permissions ou concessions, et que les oppositions des héritiers Carbon et du marquis de Chabrillan, étant fondées sur des prétentions à des droits de propriété, sont du ressort des tribunaux;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. Ier. Le maire de Deville (Ardennnes) est autorisé à concéder, au nom de cette commune, aux sieurs Jacquemart et Pariselle, le droit d'exploiter une carrière d'ardoise, existante sur un demi-hectare du bois dit *des Petites-Aisances*, appartenant à la commune et figurée au plan annexé à la présente ordonnance.

Art. II. Les sieurs Jacquemart et Pariselle payeront à la commune, pour l'indemniser de la valeur du demi-hectare de bois ci-dessus indiqué, une somme de cent cinquante francs.

Art. III. Ils lui donneront, en outre, le vingtième de toutes les ardoises, faiseaux et autres marchandises qui seront extraites de leur exploitation.

Art. IV. Ils ne pourront suspendre leurs travaux pendant deux ans, sans cause légitime reconnue par l'Administration, sous peine de résiliation et même de dommages et interêts envers la commune, s'il y a lieu, et dans le cas de résiliation, l'exploitation ne pourra être accordée à de nouveaux exploitans, qu'à la charge par eux d'indemniser les sieurs Jacquemart et Pariselle de ceux de leurs travaux dont l'utilité serait reconnue.

Art. V. Ils seront tenus de suivre le mode de travaux préparatoires arrêté par notre Conseil général et approuvé par le directeur général des Mines, le 20 mars 1817, et qui est annexé à la présente ordonnance.

Art. VI. Ils se conformeront exactement aux lois et règlemens, ainsi qu'aux instructions qui leur seront données par l'Administration, pour l'exécution du mode de travaux précité et sous le rapport de la sûreté publique.

Art. VII. Notre Ministre secrétaire d'Etat de l'intérieur, est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Mode de travaux préparatoires pour l'exploitation de l'ardoisière des Petites-Aisances, *commune de Deville, arrondissement de Mézières, département des Ardennes.*

Les impétrans, autorisés à ouvrir des travaux préparatoires dans l'ardoisière de la commune de Deville, dites *des Petites-Aisances*, sont astreints aux opérations suivantes :

Art. Ier. Ils ouvriront une galerie d'écoulement au point le plus bas de la montagne. Elle devra déboucher dans le lit de l'ancien ruisseau dit *de la Forge*, suivant une pente convenable, qui sera déterminée ultérieurement, d'après la nature reconnue du terrain.

Art. II. Le point du départ de ladite galerie sera déterminé, sur un rapport de l'ingénieur des Mines, lorsque le banc d'ardoise aura été bien reconnu.

Art. III. Cette galerie aura au moins 1 mètre 5 décimètres en tout sens, et elle devra être muraillée et voûtée solidement, par des maçonneries, dans tous les lieux où il sera nécessaire d'en pratiquer.

Art. IV. L'extraction sera exécutée de cette manière :

A, à l'endroit où l'ardoise aura été reconnue bonne, on creusera, suivant la pente, un puits incliné, auquel on donnera 10 mètres au plus de profondeur. On exploitera alors dans un sens et dans l'autre, jusqu'à 2 mètres seulement de son épaisseur.

B, pendant qu'on préparera ce premier étage, on descendra plus bas en laissant, entre le premier ouvrage et celui qu'on devra commencer, un massif intact ou pilier longitudinal de 2 mètres 5 décimètres d'épaisseur, disposé suivant la direction et perpendiculairement au paroi du banc.

Ç, au-dessous de ce massif, on enlèvera l'ardoise, encore sur 2 mètres d'épaisseur, dans toute la longueur de la couche, et sur 10 mètres au plus de profondeur, ou jusqu'à la galerie d'écoulement qu'on rencontrera à-peu-près à ce niveau.

Art. V. Les galeries qui seront ouvertes pour le transport des matières extraites, devront être muraillées, et les impétrans ne pourront dans aucun cas étayer avec du bois.

Art. VI. Il leur est défendu d'exploiter au-dessous de la galerie d'écoulement jusqu'à la fin des travaux supérieurs, et lorsqu'ils seront arrivés à ce point, il leur sera prescrit un nouveau mode d'extraction.

Art. VII. Ces règles générales pourront être modifiées, s'il y a lieu, sur-tout sous le rapport de la sûreté publique.

Art. VIII. L'emplacement des déblais sera choisi de manière à endommager le moins possible la surface.

Art. IX. Six mois avant la fin des travaux précités, les exploitans seront tenus de prévenir le préfet et le maire de leur achèvement prochain, afin qu'un mode définitif de travail puisse leur être prescrit pour l'extraction ultérieure.

Art. X. L'ingénieur des Mines départi, est spécialement chargé de surveiller l'exécution des travaux préparatoires qui viennent d'être prescrits, de recueillir tous les renseignemens propres à éclairer sur les clauses qui devront être insérées dans le projet de travaux définitifs, qu'il adressera à la Direction générale en temps utile.

Certifié conforme : etc., etc.

Mines de houille ou d'anthracite.

ORDONNANCE du 14 octobre 1818, qui rapporte l'acte du Gouvernement du 15 février 1810, portant concession des mines de houille ou d'anthracite de la commune du Mont-de-Lans, département de l'Isère, et qui accorde une nouvelle concession pour les mêmes mines.

LOUIS, etc., etc., etc.

Vu le décret du 15 février 1810, par lequel il est fait concession, pour cinquante années consécutives, au sieur Etienne Ronna des mines de houille du Mont-de-Lans, arrondissement de Grenoble, département de l'Isère, sur une étendue de 97 kilomètres carrés, à la charge par lui d'exécuter les clauses et conditions énoncées audit décret, et en outre de payer provisoirement au profit de l'Etat une redevance annuelle de cent francs;

La lettre du 28 décembre 1810, par laquelle le sieur Ronna manifeste l'intention de faire réduire sa concession à une étendue de 8 à 10 kilomètres, et demande à l'Administration la marche qu'il doit suivre pour faire opérer cette réduction;

Celle du 28 avril 1816, par laquelle il annonce à la Direction générale des Mines qu'il a été forcé de renoncer à sa concession, la seule redevance fixe excèdant le produit qu'il tirait de ses mines, qu'il n'exploite plus que pour son propre usage;

La pétition présentée par ledit sieur Ronna au préfet de l'Isère, le 20 juin 1817, à l'effet d'obtenir une nouvelle concession desdites mines de houille du Mont-de-Lans; mais seulement sur une étendue d'environ un quart de kilomètre;

Les plans de cette concession;

L'arrêté du 16 août 1817, portant que la demande sera publiée et affichée dans les communes intéressées conformément à la loi;

Les certificats attestant l'exécution de cette formalité, dé-

livrés par les maires du Mont-de-Lans, Bourg-d'Oisans et Grenoble;

L'acte du 6 octobre 1817, par lequel, dix habitans de la commune du Mont-de-Lans forment opposition à la demande, et réclament en leur faveur la concession des mines qu'ils exploitent également, comme le sieur Ronna, depuis plusieurs années, ladite opposision appuyée et transmise par le maire de cette commune, le 31 décembre suivant;

Le cahier de charges, proposé par l'ingénieur des Mines, le 15 janvier 1818, souscrit par le sieur Ronna, le 17 du même mois, et visé par l'ingénieur en chef le 19 février 1818;

La réponse du sieur Ronna, aux motifs d'opposition énoncés par les habitans du Mont-de-Lans, et l'adjoint du maire, l'un des signataires de cette opposition;

Les nouvelles observations défavorables du maire de ladite commune, sous la date du 20 janvier;

Le rapport de l'ingénieur des Mines du département, en date du 1er. février, approuvé le 9 par l'ingénieur en chef;

L'arrêté du 6 mars 1818, par lequel le préfet d'éclare qu'il y a lieu à faire droit à la demande du sieur Ronna, aux charges, clauses et conditions énoncées au cahier des charges;

La délibération du Conseil général des Mines approuvée par notre directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, le 25 juin suivant;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. L'acte du Gouvernement de 15 février 1810, portant concession pour cinquante années au sieur Ronna (Etienne), des mines de houille ou d'anthracite de la commune du Mont-de-Lans, département de l'Isère, sur une surface de 97 kilomètres carrés, est et demeure rapporté.

Art. II. Il est fait nouvelle concession de ces mines audit sieur Etienne Ronna, mais sur une étendue de surface de 161,850 mètres carrés, limitée conformément au plan ci-joint;

Savoir :

Au nord-ouest, par le chemin des Pléris allant à la Foric, à partir d'une grosse pierre distante de 65 mètres de la baraque de l'impétrant, ledit chemin tenant au sommet du Serre;

Au sud, par une ligne droite, partant du sommet du Serre, allant aboutir au rocher du Pelon;

A l'est, par une ligne droite partant du Pelon, jusqu'à la grange Pessan;

Et au nord-est par une ligne droite comprise entre la grange Pessan jusqu'à la pierre qui se trouve sur le chemin des Pléris, point de départ.

Art. III. L'impétrant exécutera fidèlement le mode d'exploitation qui est prescrit par les articles 1, 2 et 3 du cahier des charges par lui souscrit le 17 janvier 1818, lequel demeurera annexé à la présente ordonnance, comme condition essentielle de la concession accordée.

Art. IV. Il fournira au préfet de l'Isère, dans le délai d'un an, à partir de la signification de la présente ordonnance, les plans et coupes de ses travaux intérieurs, dressés sur une échelle d'un millimètre pour mètre, et divisés en carreaux de 10 en 10 millimètres.

Chaque année, dans le courant de janvier, il fournira de la même manière les plans et coupes des portions de travaux exécutés dans le cours de l'année précédente. En cas d'inexécution de cette mesure ou d'inexcatitude reconnue des plans, ils seront levés d'office aux frais de l'exploitant.

Art. V. Conformément au décret du 3 janvier 1813, sur la police des Mines, il tiendra un plan et un registre indiquant l'avancement des travaux, tant de recherches que d'exploitation : ces registre et plan seront présentés à l'ingénieur lors de ses tournées.

Art. VI. Conformément au décret du 18 novembre 1810, il transmettra au préfet, tous les ans, et, en outre, chaque fois que notre directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines en fera la demande, l'état des ouvriers employés, celui des produits de l'exploitation et des matériaux employés.

Art. VII. L'impétrant exploitera de manière à ne pas compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers, la conservation des mines et les besoins des consommateurs.

Il se conformera, en conséquence, aux instructions qui lui seront données par l'Administration des Mines et par les ingénieurs du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des mines pourront donner lieu.

Art. VIII. Il acquittera annuellement, entre les mains du receveur des contributions de l'arrondissement, les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi du 21 avril 1810, et le décret du 6 mai suivant.

Art. IX. Conformément aux articles 6 et 42 de la loi précitée, il payera aux propriétaires de la surface une rétribution annuelle de 5 centimes par hectare de terrain compris dans l'étendue de sa concession.

Art. X. Il payera en outre, aux propriétaires de la surface, les indemnités voulues par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril, relativement aux dégâts et non jouissance des terrains, occasionnés par l'exploitation.

Art. XI. En cas d'abandon d'une partie ou de la totalité des ouvrages souterrains ou de concession, il sera tenu d'en prévenir le préfet, par pétition régulière, au moins trois mois à l'avance, afin qu'il soit pris par l'Administration les mesures convenables pour la reconnaissance, la conservation, ou l'abandon d'éfinitif des travaux, suivant que l'exigera l'état des choses.

Art. XII. Il se conformera régulièrement aux lois et règlemens intervenus ou à intervenir sur le fait des Mines.

Art. XIII. Nos Ministres secrétaires d'Etat aux départemens de l'intérieur et des finances, sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance (chacun en ce qui le concerne), laquelle sera insérée au Bulletin des lois.

Usine à fer de *Sous-Glands*.

Ordonnance du 21 *octobre* 1818, *portant que le sieur* Augustin Barrachin *est autorisé à construire, au lieu dit* le Sous-Glands, *commune de Saint-Michel, arrondissement de Vervins, département de l'Aisne, une usine à fer composée de deux laminoirs, d'une fonderie et d'un martinet.*

Usine à fer du *Grand-pas-de-Baillard*.

Ordonnance du 21 *octobre* 1818, *qui autorise le sieur* Despret *fils, à construire, conformément aux plans joints à cette ordonnance,*

dans l'une de ses propriétés, sise sur le cours de la rivière d'Oise, au lieu dit le Grand-Pas-Baillard, *commune d'Hirson, arrondissement de Vervins, département de l'Aisne, une usine à fer composée d'une fonderie, de deux laminoirs et d'un martinet.*

ORDONNANCE *du* 21 *octobre* 1818, *qui fixe l'étendue des concessions faites aux Sociétés du sud et du nord, des mines de houille d'Ahun, département de la Creuse, par les articles* 1 *et* 2 *de l'ordonnance du* 19 *novembre* 1817. **Mines de houille d'Ahun.**

ORDONNANCE *du* 4 *novembre* 1818, *portant que le sieur* Jean-Claude Paganon *est autorisé à conserver et à tenir en activité l'usine à fer qu'il possède sur le terrain de Crotz, commune de Loval, canton de Domène, arrondissement de Grenoble, département de l'Isère; et que la consistance de cette usine demeure invariablement fixée, conformément aux plans joints à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit:* 1°. *une forge pour convertir les gueuses et les vieilles férailles en fer;* 2°. *deux petites forges pour fabriquer et raccommoder toute espèce d'outils aratoires;* 3°. *un martinet à deux marteaux.* **Usine à fer de Crotz.**

Fonderie d'Anzin.

ORDONNANCE du 17 décembre 1818, *portant que la fonderie d'Anzin, appartenant à la Compagnie concessionnaire des mines d'Anzin, Raismes, Fresnes, vieux Condé et Saint-Saulve, département du Nord, et composée de quatre fours à réverbère destinés à fondre les pièces en fonte de fer, en cuivre rouge et en laiton, nécessaires aux machines employées pour l'exploitation de ces mines, est et demeure maintenue, conformément aux plans fournis.*

RAPPORT

SUR

LA CARBONISATION DE LA TOURBE

ET

Sur l'usage du charbon de tourbe et des autres produits résultant de la distillation;

PAR M. BLAVIER, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

On ne peut plus aujourd'hui révoquer en doute l'application utile que l'on peut faire de la tourbe en l'employant comme combustible, et principalement sous les chaudières des usiniers; déjà j'ai prouvé par des expériences qui ont eu lieu le 11 juillet 1816, en présence des habitans les plus notables de la commune de Reims, avec quelle économie on peut remplacer par la tourbe la quantité considérable de houille, dont les teinturiers, les brasseurs, les chapeliers, les distillateurs et autres manufacturiers, sont obligés de se pourvoir au loin, tandis que le vallon tourbeux de la Vesle pourvoirait abondamment, et à moins de frais, à leur consommation.

Ces motifs puissans paraissaient devoir suffire pour exciter le zèle des propriétaires riverains qui, pour la plupart, ne tirent qu'un revenu médiocre des terrains tourbeux qu'ils possèdent le long des deux rives de la Vesle; mais il reste



encore à détruire le préjugé qui s'est opposé jusqu'ici à l'exploitation de la tourbe, que l'on regarde généralement comme d'autant plus dangereuse qu'elle devrait convertir les marais en autant de lacs ou bourbiers, ce qui occasionnerait infailliblement la déperdition du sol et l'insalubrité de l'air.

J'ose cependant attester ici que l'épuisement des eaux devient possible, même dans les lieux où les bords de la rivière ont le moins d'élévation, et qu'à plus forte raison rien ne devra s'y opposer, lorsque l'arrêté relatif au curement de la Vesle et au baissement des seuils des moulins aura reçu son entière exécution.

Il suffira d'ailleurs de remarquer qu'aucune exploitation ne pourrait être entreprise à l'avenir que d'après un plan régulier de travaux, dont le but principal est de garantir l'assainissement du terrain et son recomblement en tout ou en partie.

Enfin, le résultat du sondage que j'ai déjà exécuté dans quelques communes riveraines, m'a mis à même de reconnaître que, bien loin d'entraîner la dégradation du sol, qui aurait fourni matière à l'extraction de la tourbe, celle-ci pourrait contribuer à en accroître le revenu, soit par des plantations établies le long des rigoles d'épuisement, soit encore en appliquant les terrains recomblés à des prairies artificielles ou à d'autres natures de culture, sur-tout dans les lieux où la tourbe repose sur un fond mêlé d'argile et de craie.

Je ne doute pas que ces considérations importantes ne puissent prévaloir tôt ou tard contre la

force d'un préjugé que semble affermir encore l'exemple de quelques petits propriétaires, qui détruisent, chaque année, une portion plus ou moins grande de leur terrain, pour en extraire de la tourbe qu'ils commencent à débiter aujourd'hui à un très-haut prix aux personnes qui ont déjà reconnu l'utilité de ce combustible, ou que ces tourbiers eux-mêmes consomment dans leurs fours à chaux.

C'est dans l'espoir de convaincre plus particulièrement encore des avantages de cette exploitation, ceux des capitalistes dont les propriétés sont plus étendues et plus voisines des lieux de consommation, que j'ai cru devoir me livrer à des travaux qui ont pour but de constater un nouveau genre d'application que pourrait recevoir la tourbe, en la convertissant en charbon; j'ai du m'étayer avant tout de mes propres expériences, afin de pouvoir publier avec plus de certitude les résultats qu'on peut obtenir en opérant dans de grands appareils; mais, afin qu'il ne reste aucun doute sur le succès d'une semblable entreprise, j'ai dû m'occuper aussi des perfectionnemens dont l'exécution de ce travail m'a paru susceptible, eu égard au choix du fourneau, aux procédés à employer pour recueillir avec toute l'économie désirable, par la distillation de la tourbe, non-seulement le charbon, mais bien encore tous les produits accessoires, tels que l'huile ammoniacale, le goudron et même le gaz hydrogène carboné.

L'usage plus ou moins avantageux de ces différens produits a été démontré par de nombreuses expériences, qui ont été faites sous les yeux de

M 2

MM. les commissaires de la chambre de commerce de Reims et de l'un des adjoints de la même ville : les procès-verbaux qui sont aujourd'hui déposés aux archives de la municipalité renferment le détail de ces expériences qui constatent l'emploi qu'on peut faire dans le commerce et dans les arts du charbon de tourbe, comme aussi de la liqueur et du goudron qui résultent de la même opération.

L'objet de ce mémoire est de présenter, avec toute la brièveté dont il peut être susceptible, les méthodes d'exécution qui doivent garantir le succès du charbonnage de la tourbe, et en même temps un extrait des procès-verbaux relatifs à l'usage qu'on peut faire du charbon de tourbe, ainsi qu'à celui des principaux produits accessoires.

PREMIÈRE PARTIE.

Le fourneau d'essai dont je me suis servi, et dont le plan avec les coupes ou projections ont été remis à la chambre de commerce, a été construit dans le dessein de parvenir à une distillation complète de la tourbe, avec le moins de frais possibles, et en recueillant tous les produits solides, liquides et même gazeux que peut fournir cette opération.

Cet appareil consiste en une masse cylindrique composée de trois compartimens distincts ; celui intérieur est destiné à recevoir une cornue ou vaisseau distillatoire en tôle ; le deuxième offre un vide pratiqué entre deux massifs de briques à l'aide duquel le calorique se propage dans toute la hauteur du fourneau ; le troisième enfin, présente un revêtissement

en briques, enveloppé à l'extérieur par un mur en pierres.

Le cylindre intérieur a un diamètre de 0m.,63, sur une élévation de 0m.,90; en sorte que la cornue qu'il renferme peut contenir 0m.c.,280 de tourbe jusqu'au couvercle en tôle qui le bouche hermétiquement; le plancher en briques de ce cylindre est supporté par des barreaux en fer disposés en croix, et qui se terminent au-dehors du revêtissement par un œil servant à assujettir solidement quatre montans en fer qui s'appuient deux à deux contre les parois du fourneau, vers chacune des deux portes destinées à la manœuvre : deux autres montans sont placés de la même manière dans une direction perpendiculaire à celle des quatre premiers; ils servent également à retenir un gros barreau de fer qui supporte le plancher en briques ; une même disposition sert à retenir les barres horizontales qui surmontent l'appareil presque au niveau du couvercle.

Ces armures, dont l'épaisseur est de 0m.,027, donnent au fourneau une solidité suffisante pour résister à l'action du feu; elles sont assujetties dans la partie inférieure, au moyen d'un petit massif en pierres qui se lie avec celui des fondations que traversent deux canaux en croix servant à l'évaporation.

Ces canaux sont recouverts en briques à la hauteur du sol du cendrier qui occupe toute la capacité intérieure du fourneau.

La grille est placée à 0m.,41 au-dessus du cendrier : elle est composée de barreaux dont l'épaisseur est de 0m.,04, et qui sont espacés les uns des autres de 0m.,027, pour donner un libre pas-

sage aux cendres résultant de la combustion : la flamme du foyer circule dans tout le pourtour du fourneau, à l'aide des vides ou canaux qui existent entre la portion qui renferme le vaisseau distillatoire, et la face intérieure du mur en briques qui s'appuie contre le revêtissement extérieur.

Ces canaux, dont la largeur est de 0m.,17, sont divisés dans le sens de la hauteur de l'appareil en trois compartimens égaux, et recouverts chacun par une assise horizontale en briques, qui n'offre d'interruption que dans les parties où la flamme, après avoir enveloppé le fourneau, doit s'élever à un niveau supérieur, pour propager successivement le calorique jusqu'à l'endroit où elle communique avec le tuyau de la cheminée.

La manœuvre de ce fourneau s'exécute à l'aide de deux portes, dont l'une sert à fermer la grille sur laquelle on charge le combustible; vis-à-vis cette porte et immédiatement au-dessous du point servant à l'échappement de la flamme dans l'orifice de la cheminée, est pratiquée la deuxième porte par laquelle on opère le déchargement, lorsque le charbon est entièrement refroidi : cette porte doit rester fermée hermétiquement pendant toute la durée de l'opération, et c'est pour cette raison qu'elle est placée au niveau du pourtour intérieur du mur de revêtissement, tandis qu'il en existe une autre dehors qui est construite en briques posées de champ dans un châssis en fer et garni de petites bandes servant à les maintenir.

Je n'indique ici que les principales dimensions du fourneau d'essai, dont on pourra d'ailleurs

consulter les plans, élévations et coupes qui doivent servir à l'intelligence de toutes les parties de l'appareil. (Voyez la Planche III.)

Je me bornerai à faire observer qu'on doit luter hermétiquement les jointures des tuyaux distillatoires en terre cuite, qui communiquent, d'un côté, avec la tourbe elle-même que renferme la cornue en tôle, et de l'autre, avec une caisse en bois remplie d'eau et servant de réfrigérant aux vapeurs; celles-ci continuent leur route en passant à travers d'autres tuyaux qui viennent aboutir à une deuxième caisse où arrivent la liqueur et les gaz non dissolvables qui l'accompagnent : le lut dont je me suis servi pour ces tuyaux était composé d'huile de lin cuite mêlée avec une farine de tuile battue.

Cet appareil étant ainsi disposé, j'ai dû entretenir, pendant quelques jours, un feu gradué pour absorber l'humidité du fourneau; puis, j'ai rempli la capacité intérieure de la cornue, en y plaçant la tourbe de champ et par cercles concentriques, de manière à laisser le moins de vide possible entre chaque motte et jusqu'au niveau du couvercle, dont les bords pénétraient dans l'intérieur du fourneau; j'ai dû ensuite enduire ceux-ci au-dehors, avec un lit d'argile légèrement humectée, et recouvrir d'une couche peu épaisse de terre la partie de la surface supérieure de l'appareil, composée d'une double assise en brique.

C'est alors que j'ai chargé la grille d'un peu de menu bois, en y ajoutant de la tourbe mousseuse, dont j'ai augmenté progressivement la dose, en ayant soin de ménager le feu jusqu'à ce que les premières vapeurs soient parvenues à la

caisse destinée à les recevoir ; j'ai dû ensuite donner un coup de feu plus vif, en multipliant les charges, aussitôt que la distillation s'est annoncée par le liquide qui a remplacé l'eau vaporisée et les autres gaz : à cette époque j'ai fait usage d'une autre tourbe plus compacte, dont chaque charge est devenue d'autant plus forte que leur nombre devait être le moindre possible, afin que l'ouverture de la porte n'apportât aucun ralentissement dans l'activité du feu, qu'on a entrenu au même degré jusqu'à ce que les produits gazeux ou liquides aient commencé à devenir moins abondans.

J'ai dû alors cesser toute nouvelle charge, et après avoir laissé se consumer tout le combustible que supportait la grille, j'ai fait boucher hermétiquement l'ouverture du cendrier pour concentrer la chaleur qui contribue encore pendant quelque temps à entretenir la distillation, ainsi que l'émission des vapeurs, qui ne sont autre chose que du gaz hydrogène carboné ; celui-ci commence à se manifester vers le milieu de l'opération, en remplaçant le gaz acide carbonique qui se produit presque dès l'origine ; mais c'est sur-tout aux deux tiers du travail que le gaz hydrogène est plus abondant : sa combustion donne alors une flamme blanche et d'un vif éclat.

A l'égard du produit liquide, il ne consiste d'abord que dans une eau styptiquée, mais bientôt sa couleur devient plus foncée, et à mesure que la distillation s'avance, la liqueur s'épaissit et l'on ne tarde pas à obtenir une matière goudronneuse qui surnage presque toujours à la surface ; on sent bien que, pour recueillir ces

divers produits, j'ai dû chercher à diminuer la température du milieu servant de passage aux vapeurs jusqu'au lieu de leur condensation; c'est pour atteindre ce but qu'il m'a fallu renouveler fréquemment l'eau de la première caisse, et arroser sans cesse le dernier tuyau qui restait exposé au contact de l'air jusqu'à sa jointure avec le récipient.

J'ai dû aussi ne décharger le fourneau qu'après un refroidissement complet du charbon, afin d'éviter que celui-ci ne s'enflammât, ainsi qu'il arrive, principalement lorsque l'air est humide; autrement, il conviendrait de le recevoir dans un étouffoir de grandeur convenable, en ayant soin encore de le bien fermer pour l'abriter du contact de l'air.

C'est ainsi que j'ai procédé dans mon appareil en petit, en employant successivement diverses qualités de tourbe provenant des exploitations les plus voisines des communes de Reims ou de Muizon.

Le tableau qui suit présente le résultat de ces expériences, en indiquant la nature et la qualité des produits obtenus, comme aussi la durée de chaque opération, et la dépense qui en est résultée.

N°. et date de l'expérience.	QUANTITÉ et qualité de la tourbe mise en expérience.	PRODUITS. Charbon.	Liqueur.	Goudron.	CENDRES résultant de la tourbe brûlée sur la grille.	DURÉE de l'opération.	DÉPENSE.	OBSERVATIONS.
	k.	k	lit.	k.	lit.	h. '	fr. c.	
N°. 1, 24 décembre 1817.	Compacte avec roseaux. 105,244	Léger et uniforme. . 41,363	6,447	0,061	40,717	11 45	5 64	Les produits liquides et le goudron ont été perdus en partie à travers les luts.
N°. 2, 5 janvier 1818.	*idem*. . . . 111,607	Plus solide que le précédent. . . . 47,348	23,000	0,520	56,000	11 15	4 76	On comprend dans cette dépense comme dans celle des autres n°s. les frais du bois employé qui seraient dans l'opération en grand.
N°. 3, 10 *idem*.	*idem*. . . . 114,055	Très-bon avec quelques morceaux légers. 47,592	26,000	0,581	57,000	11 »	4 46	Le charbon obtenu était très-pyrophorique.
N°. 4, 20 *idem*.	*idem*. . . . 116,992	Très-bon et uniforme. 47,482	24,000	0,857	58,000	11 10	4 71	Le temps orageux a nécessité une plus grande consommation de combustible.
N°. 5, 24 *idem*.	Compacte et ne contenant que des filamens.. . . 129,229	*idem* et inodore. . . 53,000	34,000	1,428	65,000	15 »	4 92	*idem*.
TOTAUX.	k. 577,127	k. 236,785	lit. 113,447	k. 3,447	lit. 276,717	h. ' 60 10	fr. c. 24 49	

On doit conclure des résultats énoncés dans le tableau qui précède, qu'en déduisant le prix du bois consommé et celui de la vente des cendres provenant de la combustion de la tourbe employée, les 2 hectolitres de charbon de tourbe, du poids de 62k,50, ne m'ont coûté, terme moyen, que 4 fr. 61c., ce qui est au-dessous de la valeur d'un même volume de charbon de bois vendu en détail, et dont le poids est beaucoup inférieur.

Mais ces résultats deviendraient encore beaucoup plus avantageux dans un travail en grand qui réunirait toutes les conditions qu'exige une semblable entreprise, pour que le consommateur puisse en obtenir les produits au meilleur marché possible.

On sent bien qu'il m'a été impossible d'appliquer à mon appareil ces divers moyens d'amélioration, qui nécessitent une dépense que ne pouvait pas comporter un fourneau d'essai ; j'ai dû seulement les déduire de mes propres expériences, afin d'en conclure les procédés les plus simples et les plus économiques qui pourraient conduire à la distillation complète de la tourbe, et par suite à obtenir un charbon inodore et applicable aux besoins domestiques et aux principaux usages du commerce.

L'exposé de ces diverses méthodes de perfectionnement va faire l'objet de la deuxième partie de ce mémoire.

DEUXIÈME PARTIE.

L'appareil que je propose d'établir en grand devra être construit d'après le modèle dont j'ai

déposé le plan et les coupes à la chambre de commerce ; mais, comme on devra y carboniser à la fois $\frac{1}{5}$ de pile ou $2^{m.},200$ de tourbe, les dimensions des diverses parties de ce fourneau devront être établies proportionnellement à sa capacité.

La cornue ou le vaisseau distillatoire, qui devra être en fonte ou en fer battu, présentera la forme d'un cylindre dont le diamètre sera de $1^{m.},30$ sur une élévation de $1^{m.},66$; elle sera assujettie de façon à laisser un léger vide entre ses parois et le mur d'enveloppe : d'un autre côté, les canaux servant à la circulation de la flamme devront avoir une largeur de $0^{m.},23$ environ ; celui inférieur sera construit au niveau du plancher, servant à supporter la cornue, et la flamme ne s'y introduira que par une ouverture pratiquée à l'extrémité opposée à celle du diamètre du fourneau où est construite la porte de la grille ; c'est à cette ouverture qu'aboutira, par un plan incliné, le massif servant de soutien aux barreaux qui composent le foyer : ceux-ci devront être placés dans le sens de la direction des deux portes de la manœuvre, leur épaisseur sera de $0^{m.},04$, et ils devront laisser entre eux un espace vide de $0^{m.},027$.

A l'égard des barreaux placés au-dessous de la grille et qui se rattachent aux armures extérieures, ils devront avoir $0^{m.},027$ en carré, tandis qu'il conviendra de réduire chaque armure à la forme d'une plate-baude de $0^{m.},04$ d'épaisseur sur $0^{m.},095$ de largeur : ces armures seront liéesentre elles par un deuxième châssis composéde barres placées dans la partie supérieure du fourneau, et auxquelles on donnera les

mêmes dimensions qu'à celles qui supportent la grille ou le plancher de la cornue.

La conduite du feu et le déchargement du fourneau s'exécuteraient dans le travail en grand, comme je l'ai indiqué pour l'appareil en petit; mais on ne serait jamais obligé d'attendre que le charbon de tourbe fût refroidi dans le fourneau pour l'en retirer, sans crainte d'un embrasement : il suffirait pour cela d'avoir constamment à sa disposition trois cornues en fonte ou en fer battu qui se succéderaient alternativement, et qu'on enleverait aussitôt que la distillation serait achevée, pour en placer une autre qui aurait été chargée à l'avance ; le temps qui s'écoulerait, en opérant avec deux de ces cornues, suffirait au refroidissement complet de la matière contenue dans la troisième, et dès-lors, il n'y aurait aucune interruption dans le travail, dont la célérité serait d'autant plus grande qu'on profiterait de la chaleur acquise dans les carbonisations précédentes.

Une semblable disposition occasionnerait une économie bien sensible dans l'emploi du combustible; elle pourrait aussi contribuer à fournir des produits distillatoires en plus grande abondance; mais il serait à propos de multiplier les réfrigérans ou cuves pleines d'eau; il conviendrait encore de donner plus de longueur aux tuyaux distillatoires, dont la température ne devrait être que de 7 à 8° à l'extrémité la plus éloignée du récipient.

Enfin, comme les produits liquides peuvent recevoir différens usages, selon leur degré de concentration ou d'épaississement, il deviendra nécessaire de changer les vases qui servent à les

recueillir, à mesure que la distillation plus ou moins avancée fournira, ou de l'eau styptique, ou du savonnule ammoniacal ou du goudron.

On devra aussi, pour ajouter encore à l'économie du combustible, adapter au couvercle de chaque récipient, indépendamment du tuyau qui y conduit les produits distillatoires, un autre tuyau servant à l'échappement du gaz hydrogène carboné ou de tous autres non dissolubles et inflammables : ceux-ci devront être ensuite amenés, par une disposition convenable, jusqu'au niveau inférieur de la grille, et dès-lors, il est facile de sentir qu'on sera dispensé, sur-tout vers la fin de l'opération, de consommer une aussi grande quantité de combustible.

Le succès de ce travail en grand doit dépendre essentiellement du choix de la tourbe mise en œuvre, et en conséquence, il conviendra de ne soumettre à la carbonisation qu'une tourbe bien sèche, très-compacte, exempte de roseaux et dont on reconnaîtra aisément la qualité par la couleur blanche des cendres que donnera sa combustion : on devra réserver, pour être brûlée sur la grille, la tourbe plus légère, et même celle dite mousseuse, qu'on appliquera principalement dans le commencement de l'opération.

Ces conditions étant remplies, on parviendra à obtenir, sinon la totalité, du moins la majeure partie des produits que donne l'analyse la plus exacte de la tourbe : la distillation de cette matière m'a formé, sur un poids de 38 grammes ou 113 centim. cubes, $15^{gr.},1898$ de liquide, $2^{gr.},6019$ de goudron, $13^{gr.},2000$ de charbon, et en outre les $\frac{117}{1000}$ de son poids ou 43 fois environ son volume de gaz inflammable.

D'un autre côté, le charbon, ainsi obtenu, serait parfaitement inodore et offrirait d'autant plus de consistance que la tourbe dont il proviendrait serait elle-même plus solide; c'est dans cette vue qu'il serait essentiel de faire subir à cette dernière une compression dans des moules, ou mieux encore, d'employer le limon tourbeux que fournissent si abondamment les godailles ou tremblans des marais de la Vesle, pour le piétiner et le soumettre ensuite à une forte dessiccation, ainsi qu'on le pratique dans quelques départemens du nord de la France.

Quoi qu'il en soit, on peut attester que ce travail en grand, dont la mise de fonds n'excéderait pas une somme de 2500 francs, pour un fourneau susceptible de carboniser à la fois $\frac{1}{5}$ de pile, y compris encore les cornues et les tuyaux distillatoires, fournirait un charbon plus économique que celui de bois.

Cette assertion est d'autant plus plausible, que, dans les expériences exécutées en petit, la pile de tourbe a été évaluée beaucoup au-dessus de ce qu'elle coûterait réellement à l'entrepreneur qui disposerait son appareil à la proximité convenable des tourbières, et qui pourrait extraire par lui-même dans le terrain d'autrui, ou mieux encore dans ses propriétés.

L'usage du bois deviendrait d'ailleurs absolument nul dans l'opération en grand, et la consommation en tourbe employée comme combustible sera d'autant plus atténuée, que les vaisseaux distillatoires se succéderont sans attendre le refroidissement du charbon, et qu'en outre on pourra vers la fin de l'opération se servir utilement des gaz inflammables.

On peut donc déduire de ces diverses considérations, que la dépense du charbon de tourbe a été portée au maximum, sur-tout si l'on réfléchit que le bénéfice qui doit en résulter est tout-à-fait indépendant du parti plus ou moins avantageux qu'on pourrait tirer des produits accessoires, et en particulier du goudron, et de la liqueur ammoniacale elle-même, lorsqu'on sera parvenu à la dépouiller de son odeur empyreumatique : je ne parle point ici du muriate d'ammoniaque, que je ne l'ai obtenu que dans la faible proportion de 2$^{gr.}$,96 par chaque litre de liqueur; je ferai seulement observer que ce produit peut devenir plus considérable, si l'on a soin de séparer le liquide plus concentré pour le traiter par l'intermède du muriate de soude, en rapprochant le plus possible le mélange, et en soumettant le résidu à la distillation dans des appareils convenables, pour obtenir, par voie de sublimation, le muriate d'ammoniaque.

Ces détails suffiront, je pense, pour faire sentir les avantages qu'on pourrait retirer de la distillation de la tourbe, puisqu'il en résulterait, indépendamment d'un combustible capable de remplacer avec économie le charbon de bois, d'autres produits accessoires qui pourraient être appliqués utilement dans les arts, ainsi qu'il va être démontré dans la troisième partie de ce mémoire.

TROISIÈME PARTIE.

On a dû s'attacher avant tout, en répétant des expériences déjà faites depuis long-temps, à démontrer la préférence qu'on doit accorder à la tourbe carbonisée, non-seulemeut eu égard à l'économie dans la consommation et la dé-

pense, lorsqu'on la compare à d'autres combustibles, mais bien encore par rapport aux effets qui peuvent résulter de son usage, en la mettant avec d'autres matières.

On a dû aussi chercher à connaître jusqu'à quel point le commerce et les arts peuvent utiliser les produits accessoires que donne la distillation de la tourbe, en les appliquant aux mêmes emplois que ceux provenant de l'épuration de la houille.

Tel a été le but principal des expériences nombreuses qui ont été faites sous les yeux d'un des adjoints de la commune de Reims et de deux commissaires délégués par la chambre de commerce de la même ville.

Les procès-verbaux, qui ont été déposés entre les mains du président de cette chambre, renferment tous les détails relatifs à ces essais; il suffira d'en présenter ici l'extrait, en se bornant aux résultats obtenus et à l'opinion de MM. les commissaires.

Les expériences consignées dans le procès-verbal, N°. 1, constatent :

1°. Qu'un même poids de tourbe, de charbon de tourbe et de houille a produit différens degrés de chaleur expansive, dont les rapports sont comme ceux des trois nombres 1,50; 6,50; 9,25;

2°. Que les temps de la durée de la combustion sont entre eux comme 1 : 1,234 : 1,349;

3°. Que les dépenses qu'exigerait l'emploi comparatif de ces trois combustibles, pour produire le même degré de chaleur, sans avoir néanmoins égard aux temps pendant lesquels le feu peut être entretenu avec chacun d'eux,

sont dans le rapport des nombres 1,22 ; 1,55 ; 1,48.

MM. les commissaires ont conclu de ces divers résultats que l'usage de la tourbe dans les grilles était plus économique que celui de la houille ; ils ont aussi reconnu qu'on pouvait la brûler sans crainte d'aucune odeur ou fumée, dans l'appareil dont je me suis servi : ils ont aussi conclu que l'emploi du charbon de tourbe inodore était plus dispendieux que celui de la houille, mais seulement dans le rapport de $\frac{1}{20}$ au plus.

Le procès-verbal N°. 2 renferme quatre séries d'expériences qui ont pour but de constater les avantages comparatifs du charbon de bois et de celui de tourbe dans les besoins domestiques.

Il est résulté de la première série que, pour amener au terme de l'ébullition 7 litres d'eau que contenait une bassine de cuivre étamée exposée successivement sur un fourneau de cuisine à l'action du charbon de bois et de celui de tourbe dont le poids commun était de $0^{k.},826$, il a fallu, dans le premier cas 43', et dans le second 32' seulement : on a reconnu dans la seconde série d'expériences qu'avec un poids égal de $0^{k.},765$ de charbon de tourbe et de charbon de bois, on avait évaporé avec le premier $1^{lit.},2$ d'eau en $2^{h.},42'$, au lieu de $1^{lit.},6$ en $3^{h.}3'$ avec le second ; mais à volume égal de l'un et de l'autre, on est parvenu, en employant 3 litres de chacun d'eux, à évaporer avec le charbon de bois $1^{lit.},625$ d'eau en trois heures, au lieu de $1^{lit.},770$ en $2^{h.}50'$ avec le charbon de tourbe.

Les expériences de la troisième série et toutes celles précédentes, ont démontré qu'on pouvait

obtenir le terme de l'ébullition plus promptement avec le charbon de tourbe qu'avec le charbon de bois, et qu'en outre, à volumes égaux, la quantité d'eau évaporée serait plus grande avec le premier qu'avec le second.

MM. les commissaires ont conclu que l'emploi du charbon de tourbe serait plus économique que celui du charbon de bois, surtout si dans le travail en grand on peut livrer avec bénéfice dans le commerce les deux hectolitres de charbon de tourbe, du poids de 62$^{kil.}$, à raison de 3$^{fr.}$,75, au lieu de 4$^{fr.}$,50 que coûte le même volume de charbon de bois acheté en gros.

La 4e. série des expériences consignées dans le même procès-verbal, a démontré, 1°. que le même nombre de fers à repasser s'étaient chauffés en 7' avec le charbon de tourbe, au lieu de 10' avec celui de bois, l'un et l'autre étant employés à volume égal; 2°. qu'on peut avec le premier continuer le repassage plus long-temps qu'avec le deuxième, et qu'en outre cette opération qui se fait aussi facilement n'occasionne aucun détriment au linge.

Ces résultats ont porté MM. les commissaires à conclure que, d'après les valeurs commerciales ci-dessus désignées pour chacun de ces combustibles, on devait préférer, pour le repassage du linge, le charbon de tourbe à celui de bois.

Le procès-verbal N°. 3 constate qu'on a soudé en 30' deux barreaux de fer de 0$^{m.}$,061 d'équarrissage, en employant 11 k. 375 de houille menue, tandis que la même opération a exigé 12 kil. de charbon de tourbe dans l'espace de 38'; il y a eu dans le premier soudage un dé-

chet de 1 kil. sur $40^{k.},75$ de fer employé, au lieu de $0^{k.},75$ sur un poids total de 51 kil. de fer.

Le même procès-verbal fait voir qu'on a soudé et corroyé deux limes d'acier d'Allemagne plus facilement et plus également avec le charbon de tourbe qu'avec la houille.

Les commissaires ont conclu de ces diverses expériences que l'emploi du charbon de tourbe, dans le travail du fer et de l'acier, est préférable à celui de la houille, puisqu'en admettant que, pour obtenir la même célérité dans le soudage du fer, il fallût en consommer $\frac{1}{18}$ de plus en poids, on pourrait néanmoins élever le prix des deux hectolitres de charbon de tourbe jusqu'à $4^{fr.},25$, au lieu de $3^{fr.},75$ que suppose une consommation égale de part et d'autre, d'après la valeur actuelle de la houille.

Les expériences du procès-verbal N°. 4, confirment l'exactitude des résultats consignés dans celui N°. 2, et les commissaires en ont conclu que, pour toutes les distillations en grand, l'usage du charbon de tourbe était plus économique que celui du charbon de bois, la consommation de ces deux combustibles étant dans le rapport des deux nombres 9 et 7; ils ont néanmoins remarqué que la combustion du premier exigeant un courant d'air plus actif que celle du second, il devenait indispensable que les barreaux de la grille fussent espacés de $0^{m.},027$ au moins les uns des autres, ce qui n'avait pas lieu dans le fourneau dont on s'est servi.

Il suit des deux séries d'expériences, dont le procès-verbal N°. 5 renferme les détails: 1°. que dans un fourneau de coupelle, le charbon de tourbe produit une chaleur plus vive

que le charbon de bois avec lequel on exécute un même nombre d'essais, et dont la consommation en volume, comparée à celle du charbon de tourbe, est comme 1,5187 : 1 ; 2°. que la fusion des matières d'or et d'argent, qui s'opère en un temps égal avec l'un et l'autre de ces combustibles dans un fourneau à air, emploie environ $\frac{1}{3}$ de moins en volume du charbon de tourbe que de celui de bois.

Les commissaires pensent qu'on ne doit pas balancer à consommer de la tourbe carbonisée dans les fourneaux d'essai ou de fusion ; mais qu'à cause de la grande quantité de cendres que fournit la combustion de cette matière, et qui peuvent être nuisibles aux opérations délicates de l'affineur et des orfèvres, il conviendrait que les grilles de chaque fourneau pussent présenter des ouvertures plus grandes, pour faciliter le passage des cendres qu'on devrait d'ailleurs recueillir soigneusement dans un réservoir inférieur.

Le procès-verbal N°. 6 fait voir, 1°. que la liqueur de tourbe filtrée et traitée ou à froid ou à chaud, donne à la laine, et plus vivement encore à la soie, une couleur feuille-morte, d'autant plus précieuse qu'on ne pourrait l'obtenir qu'avec des agens plus composés ; 2°. que la laine et la soie étant préparées par un alunage simple, prennent une couleur d'un jaune verdâtre qui devient beaucoup plus intense si l'on se sert d'un alunage composé et dans lequel entre le vitriol de Phaltzbourg ; 3°. qu'en substituant à ce dernier un mélange d'une partie de sulfate de fer et de deux parties de sulfate

de cuivre, il en résulte, pour la soie, une couleur d'un bel olive qui résiste à l'action des acides, et qui s'avive par le lavage dans l'eau de savon; 4°. que la liqueur de tourbe peut servir principalement à piéter et à obtenir des couleurs rembrunies, comme l'olive foncé et le savoyard; 5°. enfin, que cette même liqueur peut fixer la couleur des bois de teinture sur la laine et la soie, qui se colorent en un brun violacé, auquel le lavage dans l'eau de savon donne une plus grande intensité.

Les commissaires ont conclu de ces expériences que la liqueur de tourbe peut être appliquée, dans la teinture, avec d'autant plus d'avantage, qu'elle pourrait être débitée à un très-bas prix, le bénéfice résultant de la vente de ce liquide étant étranger à celui que doit fournir le charbonnage de la tourbe.

Mais, comme les matières teintes par l'intermède de cette liqueur restent encore empreintes d'une légère odeur empyreumatique, qui se perd néanmoins presque en totalité dans le garançage et le débouilli dans les acides, MM. les commissaires ont pensé qu'il conviendrait de chercher à enlever entièrement cette odeur, sans atténuer pour cela le principe colorant, ainsi qu'il arrive lorsqu'on soumet les matières entre deux couches de poussier de charbon.

Enfin, le septième et dernier procès-verbal constate qu'on peut employer le goudron retiré de la tourbe plus avantageusement que le goudron végétal, pour l'enduit du bois et les cordages, puisque la consommation est moindre dans le premier cas que dans le deuxième, et

qu'en outre le goudron que fournit la distillation de la tourbe pourrait être vendu à un prix beaucoup inférieur.

MM. les commissaires pensent que ce produit solide, qui peut être appliqué aux divers usages de la marine, doit ajouter encore au degré d'importance qu'on doit attacher à la carbonisation de la tourbe.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Ce mémoire renferme, d'un côté, les détails relatifs aux moyens d'exécuter en grand, avec toute l'économie désirable, l'opération du charbonnage de la tourbe, et de l'autre, les principaux résultats des expériences, servant à démontrer l'application utile qu'on pourrait faire, dans le commerce et dans les arts, des produits solides ou liquides que l'on obtient en convertissant la tourbe en charbon.

Il ne doit donc plus aujourd'hui rester aucun doute sur le bénéfice que donnerait une semblable entreprise, sur-tout entre les mains de quelques capitalistes qui possèdent un plus ou moins grand nombre de terrains marécageux, le long des deux rives de la Vesle : cette spéculation leur deviendrait d'autant plus profitable qu'en se bornant même à l'extraction de la tourbe, elle leur offrirait un moyen de retirer de leur sol un plus grand revenu, par le débit abondant de cette matière, que leur assure le voisinage des villes manufacturières, qui ne tarderaient pas à substituer la tourbe à la houille, comme elles ont naguères employé celle-ci en remplacement du bois.

Un sondage exact a déjà développé, sur une

assez grande étendue, les ressources considérables que présentent les marais tourbeux de la Vesle, et l'on ne peut douter qu'une exploitation régulière n'assure, pour un long-temps, la jouissance d'un combustible dont l'utilité se fait sentir de jour en jour.

Espérons que des vues d'intérêt public, qui tendent aussi à l'avantage des particuliers, parviendront enfin à surmonter les obstacles que l'exploitation de la tourbe a rencontrés jusqu'ici de la part des propriétaires qui n'osent se livrer à ces sortes de travaux, dans la crainte qu'ils n'occasionnent la dégradation du sol et l'insalubrité de l'air.

C'est au zèle éclairé des administrateurs qu'il appartient de vaincre ces préjugés, et sous ce rapport je dois m'en référer à leur sagesse et à leur dévouement pour tout ce qui peut contribuer à la prospérité de leur pays et à améliorer le sort de leurs concitoyens.

Explication de la Planche III, représentant les plans, projections et coupes du fourneau pour la carbonisation de la tourbe.

Figure 1.

Plan au niveau supérieure du fourneau.

a, Corne en tôle entourée d'une couche de terre à four appliquée contre une couche en briques.

b, Châssis dans lequel entre le couvercle en tôle, et dont les bras sont assujettis sur les briques qui recouvrent le conduit de chaleur supérieur.

c, Manche du couvercle en tôle.

d, Embouchure de la cheminée.

e, Vide des conduits de chaleur.

f, Massif en briques.

g, Revêtissement extérieur en pierres.

h, Embouchure du tuyau distillatoire.

i, Barreaux horizontaux servant à lier entre elles les armatures verticales du fourneau.

k, Tuyau distillatoire.

l, Caisse servant de réfrigérant.

m, Barreaux servant à lier le réfrigérant au fourneau.

n, Pieds du tréteau servant à soutenir le réfrigérant.

o, Extrémité du tuyau distillatoire entrant dans le récipient.

p, Caisse en bois servant de récipient, et dont la portion du couvercle en avant du tuyau distillatoire est mobile autour des charnières (*r*).

q, Baquet entourant le récipient auquel il sert de réfrigérant.

s, Support en maçonnerie de ce baquet.

Figure 2.

Projection verticale du fourneau, vu du côté de la porte du foyer.

a, Canal d'évaporation.
b, Ouverture du cendrier.
c, Barre transversale soutenant les barreaux de la grille.
d, Barreaux de la grille.
e, Porte du foyer.
f, Massif en briques.
g, Revêtissement extérieur.
h, Barres soutenant le plancher.
i, Armatures verticales du fourneau.
k, Barreaux horizontaux servant à lier les armatures verticales du fourneau.
l, Indication d'ouvertures pour le nettoiement des conduits de chaleur.
m, Manche du couvercle en tôle.
n, Tuyau de cheminée.
o, Tuyau distillatoire.
p, Caisse en bois servant de réfrigérant et soutenue par le traiteau *q*.
r, Barreaux servant à lier le réfrigérant au fourneau.
s, Récipient pour la liqueur.
t, Baquet servant de réfrigérant au récipient.
u, Support en maçonnerie de ce baquet.

Figure 3.

Plan au niveau du plancher soutenant la cornue.

a, Plancher en briques soutenant la cornue en tôle.
b, Vide des conduits de chaleur.
c, Massif en briques.
d, Revêtissement extérieur.

e, Barres transversales soutenant le plancher et encastrées dans le massif en briques.

f, Autre barre servant à diminuer la portée des barres *e*.

gg, Barre formant le châssis de la porte du foyer et servant aussi à soutenir les barres *e*.

h, Armatures verticales du fourneau.

kl, Évasement de la porte de déchargement.

Figure 4.

Projection verticale du fourneau, vu du côté de la porte de déchargement.

a, Canal d'évaporation.

b, Barre transversale soutenant les barreaux du plancher.

c, Barreaux soutenant le plancher en briques.

d, Porte intérieure de déchargement.

e, Ouverture pratiquée dans la porte (*d*) et servant à l'introduction d'une éprouvette en tôle.

f, Massif en briques.

g, Revêtissement extérieur.

h, Indication d'ouvertures pour le nettoiement des conduits de chaleur.

i, Armatures verticales du fourneau.

l, Barreaux horizontaux servant à lier les armatures verticales.

m, Manche du couvercle.

n, Tuyau de cheminée.

o, Tuyau distillatoire.

Figure 5.

Plan au niveau de la grille du foyer.

a, Massif en briques entourant la grille.

b, Revêtissement extérieur.

cd, Évasement de la porte du cendrier.

e, Barres transversales servant de soutien à la grille.

f, Barreaux composant la grille.

g, Armatures verticales du fourneau.

Figure 6.

Coupe du fourneau suivant la ligne (*hh*) fig. (3).

a, Canal d'évaporation perpendiculaire à la ligne (*hh*), fig. (3).

b, Autre canal d'évaporation parallèle à la même ligne.

cd, Hauteur du cendrier.

e, Barreaux composant la grille.

df, Courbure du massif en briques formant le foyer.

g, Massif en briques.

h, Revêtissement extérieur.

i, Barre de fer transversale servant de soutien aux barreaux du plancher.

k, Barreaux du plancher.

l, Plancher en briques.

m, Conduits de chaleur.

n, Briques horizontales recouvrant chacun des conduits *m*.

o, Couche en briques revêtissant la cornue.

p, Cornue en tôle.

q, Massif en briques recouvrant le conduit supérieur de chaleur.

r, Couche en briques recouvrant la cornue dans la partie étrangère au couvercle.

s, Tuyau distillatoire.

t, Couvercle en tôle avec son manche.

u, Armatures verticales.

v, Barreaux horizontaux servant à lier entre elles les armatures verticales.



MÉMOIRE

SUR

LA BRÈCHE SILICEUSE

DU MONT-DORE;

LU A L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES LE 7 SEPTEMBRE 1818;

PAR M. LOUIS CORDIER,

Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.

On trouve au milieu des plus anciens terrains volcaniques de l'Auvergne, au pied du Puy-de-Sancy, près des sources de la Dordogne, une roche anomale fort remarquable, à laquelle on a donné le nom de *Brèche siliceuse* du Mont-Dore. Cette roche n'a point encore été observée en place. Elle se présente en blocs et en cailloux roulés dans le lit de la Dore, immédiatement au-dessous des cascades que ce torrent forme dans presque toute l'étendue du profond ravin de la Craie. A mesure qu'on s'éloigne des cascades et qu'on descend la Dordogne, ces blocs et ces cailloux diminuent en nombre et en volume. On n'en trouve presque plus de vestiges au-dessous du village des Bains.

La substance silicée, qui sert de base ou de ciment à la brèche, compose presque toujours une portion très-notable des masses. Elle se présente sous forme d'une pâte d'un grain excessivement fin et parfaitement compacte; d'un blanc grisâtre ou quelquefois grise; opaque ou faiblement translucide sur les angles; dure, tantôt au

point d'étinceler par le choc du briquet, et tantôt seulement comme la pierre calcaire; difficile à casser et offrant une cassure inégale passant à la conchoïde. La surface de cette cassure est sans éclat, tout-à-fait mate et annonce que la substance est le résultat d'une agrégation confuse. L'épreuve de la pesanteur spécifique m'a donné pour résultat 2,7706. Les autres caractères extérieurs semblent indiquer une pâte siliceuse, très-homogène.

Au milieu de cette base sont disséminés en plus ou moins grande abondance et d'une manière irrégulière, des fragmens ou grains de forme indéterminée dont la grosseur varie communément de 5 à 15 millimètres et atteint rarement celle d'un demi-décimètre. Ces grains ou fragmens offrent absolument les mêmes caractères que la pâte enveloppante; leur couleur est seulement plus blanche. L'essai de leur pesanteur spécifique m'a donné pour résultat 2,630. Les uns sont pleins (ce sont ceux-là qu'on a pesés) et les autres poreux et comme cariés. Dans ce dernier cas, la roche ne ressemble pas mal au silex meulier. Les cavités sont tantôt irrégulières, tantôt et plus rarement de figure en partie symétrique et contenant le squelette siliceux de cristaux de feldspath décomposé. Les uns et les autres offrent quelquefois une particularité remarquable, celle de renfermer des globules de soufre à cassure brillante, et dont le volume peut aller jusqu'à 5 millimètres.

Depuis environ vingt ans que la brèche siliceuse dont il s'agit est connue, les minéralogistes ont presque exclusivement recherché les échantillons de la variété sulfureuse. La présence du

soufre, qu'on ne rencontre nulle part ailleurs dans les volcans éteints ou démantelés de l'intérieur de la France, a paru un caractère de volcanicité précieux à constater. On s'est naturellement arrêté à la considération de ce caractère, sans faire beaucoup d'attention à la roche elle-même. On a supposé qu'elle avait été originairement examinée avec attention et définie avec exactitude.

Partageant moi-même ce préjugé et présumant seulement que la substance siliceuse, qui forme les différentes parties de la brèche, pouvait être à l'état d'hydrate, j'ai cru devoir l'essayer dans cette vue.

J'ai choisi avec un grand soin des fragmens de la pâte qui ne contenaient point de soufre, et ils ont été réduits en poudre impalpable. Cinq grammes de cette poudre ont été fortement chauffés pendant deux heures dans un creuset de platine, et on a reconnu qu'elle avait perdu près du tiers de son poids. Cette perte excédant celle qu'on devait attendre d'un hydrate de silice, on a recommencé l'opération pour la suivre en détail, ce qui n'avait pas eu lieu d'abord; on a observé qu'il se dégageait d'abondantes vapeurs d'acide sulfureux pendant le grillage. La perte a été de 30,2 sur 100.

Présumant alors que la substance siliceuse était intimement mêlée de particules sulfureuses imperceptibles, j'en ai fondu une petite quantité avec quatre fois son poids de potasse caustique. Le résultat de la fusion a été immédiatement délayé dans l'eau pure. On a filtré ensuite une petite portion de cette lessive pour l'essayer par le nitrate de plomb. On a obtenu un préci-

pité blanc qui n'a point changé de couleur, d'où on a dû conclure que la substance essayée ne renfermait point de soufre pur. On a alors traité la lessive alcaline par les procédés connus pour rechercher les différens principes qu'elle pouvait contenir, et après avoir constaté l'absence de la chaux et de la magnésie, on a procédé à une analyse complète, ainsi qu'il suit :

Cinq grammes de la pâte siliceuse préalablement réduite en poudre impalpable, ont été fondus avec deux fois leur poids de potasse caustique. La masse délayée dans l'eau et sursaturée d'acide hydrochlorique, a été évaporée à siccité. En délayant de nouveau dans l'eau et en filtrant, on a obtenu un résidu de silice pure qui, après avoir été fortement rougi, pesait 1 gr. 42; ce qui répond à 28,4 pour 100.

La dissolution hydrochlorique a été partagée en deux portions égales, qu'on a concentrées par l'évaporation.

On a versé de l'hydrochlorate de baryte dans la première portion. Il s'est formé un précipité de sulfate de baryte qui, après avoir été rougi, pesait 1gr.,96. En supposant avec M. Thénard que l'acide forme les 0,3442 de sulfate, cette quantité équivaut à 67centigr.,58 d'acide sulfurique, ou 27,03 pour 100.

On a saturé la seconde portion de la liqueur avec de l'ammoniaque. Il s'est formé un précipité blanc qui, sur le filtre, a pris une légère teinte brune. On a fait bouillir ce précipité dans une solution de potasse caustique, et il s'est presque entièrement dissous. Le résidu, après avoir été fortement chauffé avec un peu d'huile, se composait de protoxide de fer faiblement atti-

rable, et pesait 3$^{centigr.}$,6, ce qui fait 1,44 pour 100.

On a rapproché la liqueur alcaline précédente, puis saturé avec de l'acide hydrochlorique et précipité par le carbonate d'ammoniaque; on a obtenu un précipité blanc, composé d'alumine et pesant, après avoir été rougi, 79$^{centigr.}$,5, ce qui correspond à 31,8 pour 100.

Les principes élémentaires ci-dessus trouvés ne forment que 88 parties et 67 centièmes de la substance analysée; j'ai cherché si la perte n'était pas due à de la potasse et à de l'eau de composition, ainsi que cela était indiqué par les résultats déjà obtenus.....

Cinq grammes de la même substance pulvérisée ont été mêlés et fondus avec le double de leur poids de nitrate de baryte; la masse a été traitée par l'acide sulfurique, après avoir été broyée et délayée. On a évaporé à siccité, puis on a fait bouillir le résidu dans l'eau. On a ensuite neutralisé la liqueur avec de l'ammoniaque, puis filtré. La liqueur a été de nouveau évaporée à siccité; il s'est formé un résidu salin, qui a été reconnu pour du sulfate de potasse, et qui, après avoir été rougi, pésait 33$^{centigr.}$ 4; quantité qui correspond à 19$^{centigr.}$,31 d'alcali, le sulfate de potasse contenant, d'après M. Thénard, 0,5454 d'alcali pur. Mais M. Vauquelin admet qu'on n'obtient guère plus des $\frac{2}{3}$ de l'alcali par le procédé ci-dessus; d'où il suit qu'il faut porter la quantité précédente à 28$^{centigr.}$,95. Ainsi la quantité de potasse obtenue est de 5 parties 79 centièmes pour 100.

Enfin 5 grammes de poudre impalpable de la pâte siliceuse ont été exposés pendant une heure

à une chaleur très-douce. On a de suite augmenté le feu, jusqu'au point où il se serait dégagé de l'acide sulfureux. Le résidu pesé n'avait perdu que 18$^{\text{centigr.}}$,6; ce qui fait 3,72 pour 100 d'humidité. Il est à observer que cette manière d'évaluer l'eau de composition pourrait bien n'être pas d'une parfaite exactitude : il reste peut-être un peu d'eau qui ne saurait être vaporisée qu'avec l'acide.

Quoi qu'il en soit, il résulte des expériences précédentes que la pâte siliceuse de la brèche du Mont-Dore contient sur 100 parties,

Silice............	28,40
Acide sulfurique...	27,03
Alumine.........	31,80
Potasse..........	5,79
Fer protoxidé.....	1,44
Eau.............	3,72
Perte...........	1,82
	100

Je me suis aisément convaincu que les grains et fragmens inclus dans la brèche étaient absolument de même nature que la pâte, et qu'en général ils contenaient encore moins de fer.

Ainsi la brèche du Mont-Dore offre une composition tout-à-fait analogue à celle de la pierre alumineuse de la Tolfa, si connue par une existence qu'on a regardée pendant long-temps comme exclusive, par les produits qu'on en extrait depuis trois siècles, et par les recherches que les chimistes les plus habiles, à commencer par

Monnet et Bergnean, ont faites pour déterminer ses principes constituans (1).

Cette analogie reconnue, il convenait de vérifier si la roche, soumise à des essais imités du procédé qu'on suit à la Tolfa, était susceptible de donner de l'alun. On n'en pouvait guère douter; mais, à cet effet, on a réduit en poudre grossière plusieurs échantillons pris au hasard, et on les a fait torréfier séparément, jusqu'au point d'en dégager des quantités plus ou moins fortes d'acide sulfureux. On les a ensuite humectés et abandonnés pendant plusieurs semaines dans un lieu humide. Des efflorescences se sont dégagées assez promptement. Une partie des grains s'est desagrégée d'autant plus complétement que la torréfaction avait approché du point le plus convenable. Ensuite on a fait macérer à chaud les différentes portions de minerai ainsi effleuries, et après avoir filtré, on en a retiré de 10 à 20 pour $\frac{0}{0}$ d'alun cristallisant en petits octaèdres bien limpides, et qui ont paru d'une grande pureté.

Pendant le cours de ces essais, on a été curieux d'éprouver si le minerai était susceptible de fournir de l'alun sans torréfaction. A cet effet, on en a exposé dans un lieu humide plusieurs

(1) Analyses du minerai de la Tolfa

	par M. Vauquelin.	par Klaproth.
Silice	24	56,5
Acide sulfurique	25	16,5
Alumine	43,92	19
Potasse	3,08	4
Eau	4	3
Perte		1
	100	100

fragmens grossièrement concassés et recouverts de leur propre poussière. Après plusieurs semaines, ils se sont plus ou moins revêtus d'efflorescences alumineuses, les unes assez pures, et les autres mêlées d'une quantité sensible de sulfate de fer.

Enfin, j'ai repris et complété l'examen des caractères minéralogiques de la brèche du Mont-Dore. J'ai facilement reconnu que l'analogie se soutenait à de légères différences près. Comme je l'ai dit, on n'avait guère fait attention jusqu'à présent qu'à la variété sulfureuse; sa structure cariée, sa grande dureté habituelle, sa couleur grise et le caractère empyrique tiré de la présence du soufre, en avaient imposé. Je n'insiste pas, au reste, sur la comparaison des caractères minéralogiques. On en trouvera les élémens dans la description spécifique qui doit faire suite à ce mémoire.

Ces résultats achèvent, ce me semble, de prouver l'identité de la roche du Mont-Dore avec la pierre de la Tolfa; on peut les envisager principalement sous deux points de vue, l'un *minéralogique* et l'autre *économique*.

Sous le premier point de vue, je ferai remarquer d'abord que les minéralogistes ne se sont point encore accordés sur le compte qu'ils doivent tenir de la pierre de la Tolfa. Les chimistes sont plus avancés; après avoir été pendant long-temps incertains sur la définition qu'il fallait en donner, ils en ont fait un sous-sulfate d'alumine et de potasse, d'après M. Vauquelin. Plusieurs ont pensé depuis, avec M. Gay-Lussac, que la silice y existait, peut-être à l'état de combinaison. On pouvait leur objecter que cette terre

s'y montre en quantité trop variable pour que cela fût possible. Cette objection semble devenue sans réplique, depuis que nous possédons l'analyse d'une autre pierre alumineuse jusqu'ici peu ou point connue, et qu'on exploite cependant depuis un certain nombre d'années à Montione, lieu qui n'est pas très-éloigné de la Tolfa. Cette analyse, trouvée dans les papiers d'un chimiste, dont la perte prématurée a causé de bien justes regrets, de Colet-Descostils, ingénieur en chef des mines; cette analyse, dis-je, nous a appris que la pierre de Montione ne contient que du sous-sulfate d'alumine et de potasse, sans silice, quoiqu'elle se présente avec les mêmes caractères extérieurs que les variétés les plus pures de la Tolfa (1).

Werner et son école ont toujours fait une *espèce* du minéral de la Tolfa, mais sans la définir et en la plaçant dans la classe des pierres, en lui imposant la dénomination de pierre d'alun (*alaunstein*), et en en donnant une description fort incomplète à l'égard des propriétés les plus essentielles. Cet exemple était d'autant moins fait pour entraîner, que la qualification d'*espèce*, dans la méthode de Werner, n'a point une acception aussi rigoureuse que dans la nôtre. Le minéral de la Tolfa ne s'est d'ailleurs jamais montré cristallisé, mais bien en masses com-

(1) Voici cette analyse :

Acide sulfurique......	35,6
Alumine............	40
Potasse..............	13,8
Eau et perte.........	10,6
	100

pactes et d'une agrégation confuse. Il n'est donc point étonnant que M. Haüy, soit dans son Traité, soit dans ses cours, l'ait provisoirement laissé hors ligne, et ne l'ait considéré que comme une roche volcanique altérée tout particulièrement. Beaucoup de minéralogistes, et notamment M. Brongniart, sont restés dans l'opinion adoptée par M. Haüy, qui était aussi celle de Dolomieu. Delamétherie en a manifesté une qui lui était particulière, dans son dernier Traité, et a confondu la pierre en question avec le schiste alumineux ordinaire.

Il serait maintenant difficile de se refuser à admettre les inductions qu'on doit tirer des expériences de Descostils et de celles que je viens d'exposer. Les pierres de la Tolfa, de Montione et du Mont-Dore paraissent appartenir à une combinaison naturelle déterminée, puisqu'elle se reproduit dans ces trois localites avec l'ensemble des mêmes caractères On ne pourra donc s'empêcher dorénavant de se ranger à l'opinion des minéralogistes qui avaient déjà pris un parti à l'égard de la pierre de la Tolfa. On devra seulement classer l'espèce parmi les substances acidifères insolubles, lui donner la dénomination commandée par sa composition, et en faire une description bonne et convenable. Deux variétés paraissent devoir partager l'espèce : *le sous-sulfate pur* et *le sous-sulfate silicifère ;* ce dernier faisant gelée, lorsqu'on le traite successivement par la potasse caustique et l'acide hydrochlorique étendu d'eau (expérience facile à exécuter à l'aide du simple chalumeau) ; chaque variété pourra être sous-divisée en *massive* ou *poreuse ;* il est indispensable de distin-

guer cette dernière forme de l'état d'agrégation, car elle change beaucoup l'aspect de la substance.

Le Mont-Dore, la Tolfa et Montione ne sont pas les seules localités qu'on devra citer; les auteurs allemands indiquent une pierre d'alun en Hongrie, d'après une analyse de Klaproth; mais ce gîte est encore peu connu.

L'espèce est d'ailleurs dans le cas de recevoir une addition plus importante. Les recherches précédentes m'ont conduit à examiner la nature d'un assez grand nombre de masses minérales que tous les minéralogistes ont jusqu'à présent rejetées hors de la méthode, pour reléguer dans les classifications géologiques sous la rubrique banale de roches volcaniques altérées. Cet examen a été commencé en grand sur deux échantillons provenant, l'un d'une scorie basaltique de l'Etna, recueillie par Dolomieu, et l'autre d'une lave vitreuse feldspathique ou obsidienne, prise par moi-même au sommet du pied de Ténériffe; je l'ai continué sur plusieurs autres variétés ramassées en Sicile, au Vésuve et à l'île de Bourbon, mais en suivant à cet effet le procédé d'analyse approximative en petit de M. Wollaston, dont les minéralogistes devraient s'empresser d'adopter l'usage. Les substances dont il s'agit se présentent sous forme de masses indéterminées, soit compactes, soit terreuses et friables, conservent plus ou moins la contexture des roches originaires, offrent une couleur blanche ou grise, ou d'un blanc jaunâtre, et sont d'ailleurs parfaitement insipides et douées d'une dureté très-variable. Fondues séparément avec de la po-

tasse caustique, toutes ont fait gelée avec l'acide hydrochlorique très-étendu d'eau. Cette gelée a été évaporée à siccité, délayée avec de l'eau et décantée. La liqueur obtenue a fourni des précipités abondans, d'abord par l'hydrochlorate de baryte, et ensuite par l'ammoniaque. Éprouvés par la simple torréfaction, on en a dégagé de l'acide sulfureux, puis on a obtenu de l'alun. Il paraît, d'après ces essais, que les substances résultant des transmutations que les vapeurs sulfureuses opèrent dans les terrains volcaniques, peuvent rationnellement se placer dans les classifications minéralogiques, et qu'elles doivent y prendre rang en qualité de sous-sulfates d'alumine et de potasse silicifères. Ici je ne dois pas omettre de dire que les observations de Bergman sur la lave qui porte les efflorescences alumineuses qu'on recueille à la Solfatare, près Naples, auraient dû depuis longtemps faire préjuger les résultats dont je viens de rendre compte. Cette lave altérée est composée comme les précédentes.

En opérant, du reste, la réunion que je propose, il ne faudra pas l'étendre aux *résidus pulvérulens* de la vitriolisation des roches volcaniques, résidus dont nous avons un exemple fort remarquable dans la belle terre blanche qui occupe en partie la capacité du cratère qui termine le Pic de Ténériffe. Leur composition présente des différences sensibles, que je n'ai point encore assez examinées. On ne devra pas non plus confondre le minéral nommé d'abord alumine de Halle et ses analogues. D'après MM. Simon, Bucholz et Stromeyer, ce minéral

est un sous-sulfate d'alumine fortement hydraté et sans potasse (1).

Si on veut maintenant envisager la connaissance des principes chimiques de la brèche du Mont-Dore, sous le point de vue économique, on se demandera s'il est à présumer que cette brèche constitue un gîte exploitable. La solution de cette question est de quelque intérêt; il existe en Europe, et particulièrement en France, un grand nombre de fabriques d'alun. Quel que soit le minerai employé ou le procédé suivi dans ces fabriques, les produits ne sont point encore parvenus à rivaliser complétement avec ceux de la Tolfa et de Montione, au gré du moins d'un assez grand nombre de consommateurs. D'après *les prix courans de* 1818 pour la place de Paris, ces derniers aluns, que l'on confond sous le nom d'*aluns de Rome*, valent au quintal métrique 99 fr., ceux de *Liége* 73 fr., et ceux dits de *Paris*, 62 fr. Les différences sont énormes; elles tiennent à des causes très-compliquées, au nombre desquelles il faut placer en première ligne, d'une part, la routine aveugle et les préjugés des consommateurs, de l'autre la qualité nécessairement invariable et la constante homogénéité des produits que fournit le minerai de la Tolfa. Quoi qu'il en soit, il y a un si grand avantage à faire de l'alun de Rome à Paris, ou, pour s'exprimer avec plus d'exactitude, à en imiter les caractères exté-

(1) D'après M. Stromeyer, ce minéral contient, savoir:

	la variété de Halle.	de Newhaven.
Acide sulfurique...	23,365	23,370
Alumine..........	30,263	29,868
Eau.............	46,372	46,762
	100	100

rieurs; qu'au rapport de MM. Thénard et Roard (1), il s'en fabrique beaucoup et même de très-beau. Cela se concevra de reste, si nous ajoutons qu'on ne provient à écouler convenablement les produits vraiment supérieurs de quelques-uns de nos établissemens, qu'à l'aide de cette imitation. Mais les importations du véritable alun de Rome n'en éprouvent aucun ralentissement. Les quantités importées dont l'Administration des Douanes a eu connaissance pour 1816 et 1817, s'élèvent, année moyenne, à 246,466 kilogrammes, c'est-à-dire à-peu-près à la moitié de la quantité qui se fabrique annuellement à la Tolfa. Le droit d'entrée ne paraît point un obstacle, quoiqu'il soit considérable; en effet il monte en principal à 20 ou 22 fr. par quintal métrique, suivant que le vaisseau est français ou étranger (2).

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, juillet 1806, *tome XLIX*, *p.* 71.

(2) Pendant les mêmes années, on a importé, année commune, 538,657 kilogrammes d'aluns de moindres qualités, payant à l'entrée de 15 fr. à 16 fr. 50 c. par quintal métrique. On a exporté, année moyenne, 46,965 kilogrammes des mêmes aluns. Il est en outre sorti une très-petite quantité d'alun de Rome en 1817, celle de 2,595 kilogrammes. En somme l'exportation a été très-faible, et l'importation s'est élevée chaque année à 785,105 kilogrammes de toutes qualités.

On ne peut nullement comparer ces documens avec ceux recueillis par l'Administration des Douanes, antérieurement à 1814. Alors le territoire français embrassait non-seulement la Belgique et le pays de Saarbruck, où il se fabrique beaucoup d'alun, mais encore les États Romains; en outre le blocus continental avait détourné le commerce de ses routes naturelles. Cependant nous croyons devoir rapporter les données suivantes: en 1807, époque où les États Romains n'étaient point encore réunis, les importations ont été de 736,643 kilogrammes, et les exportations de 513,124 kilo-

On peut compter sur l'exactitude de ces documens ; elle me laisse le regret de n'avoir rien d'aussi positif à exposer relativement à la question de savoir si la brèche du Mont-Dore constitue un gîte exploitable. Je dois me borner à rapporter différentes probabilités que je crois pouvoir déduire, et des observations que j'ai anciennement faites sur le terrain, et d'une reconnaissance que, malgré le mauvais état de sa santé, M. Ramond a exécutée, à ma prière, pendant son voyage aux bains du Mont-Dore.

Les blocs et les fragmens de la brèche viennent incontestablement du vallon de la Craie au pied du Puy de Sancy ; ce vallon très-étroit, très-profond, bordé d'escarpemens à pic, est d'un accès difficile. Les eaux de la Dore s'y précipitent en cascades, formant plusieurs étages séparés et qui paraissent sans communication praticable. M. Ramond n'a pu pénétrer que sur les premiers plans ; il s'est assuré que la partie inférieure du vallon est composée d'alloïte (ou tuf blanc), sur laquelle reposent deux assises de trachite (ou lave feldspathique porphyrique) ; nous savons d'ailleurs que la partie supérieure est entaillée dans deux immenses assises de brèche, l'une à base de tuffaïte très-ferrugineuse renfermant des fragmens volcaniques très-variés, l'autre à base de pépérite d'un vert grisâtre, superposée à la précédente. Mais la région moyenne, qui comprend une épaisseur d'environ 150 mètres (ou 900 pieds), reste, à peu de chose près, inconnue. M. Ramond ne

grammes ; en 1811, les importations n'étaient plus que de 250,501 kilog., et les exportations montaient à 525,843 kilog. Ces années peuvent très-bien servir d'exemples pour les années réciproquement subséquentes dans les deux périodes.

doute pas que le gîte du sous-sulfate d'alumine et de potasse ne soit contenu dans cette région ; il pense d'ailleurs qu'à l'aide de moyens fort simples, qu'il n'avait pas à sa disposition, on pourra, quand on voudra, pénétrer dans cette partie du ravin. Il appuie cette présomption sur ce que les bergers savent s'y introduire pour y recueillir une pépérite rouge (ou tuf de cette couleur), à l'aide de laquelle ils marquent leurs troupeaux et colorent la croûte de leurs fromages. C'est même à cette récolte que le ravin doit son nom ; car la pierre dont il s'agit porte le nom de *Craie* dans ces montagnes.

Si, comme on n'en peut douter, la brèche alumineuse est le produit de l'action exercée par les vapeurs acido-sulfureuses qui ont autrefois percé les bases septentrionales du Puy de Sancy, il semble que l'abondance et la durée de ces vapeurs ont dû être en rapport avec l'étendue et l'épaisseur du vaste système volcanique environnant. On doit croire qu'elles ont attaqué et dénaturé les parois d'un grand nombre de crevasses, ou tout au moins de quelque fente fort considérable ; en un mot, les conditions de la solfatare éteinte du vallon de la Craie doivent être analogues à celles qui caractérisent les mines de la Tolfa et de Montione. Les époques de formation se rapprochent beaucoup. La seule différence qu'on puisse assigner dès à présent, c'est qu'à Montione et à la Tolfa les vapeurs acides n'ont agi que sur d'anciens courans feldspathiques, tandis que au Mont-Dore elles ont traversé des déjections feldspathiques et pyroxéniques de toutes formes.

Je ferai remarquer qu'il ne faudrait pas tout-à-fait préjuger la qualité du minerai qu'on pourra

découvrir d'après les échantillons qui ont été essayés. Ceux-ci provenaient de blocs cassés bien au hasard, et que l'abondance de la silice avait peut-être préservés de la décomposition. L'espoir de rencontrer un minerai plus riche ne serait donc pas déplacé, et en effet j'ai retrouvé dans des suites de roches cassées sur les bords de la Dordogne, des échantillons d'un porphyre alumineux semblable à celui qui touche les veines les plus pures du minerai de la Tolfa, et offrant également dans sa pâte quelques parcelles pyriteuses disséminées.

La pureté du minerai qu'on devra rencontrer en place est un autre point un peu moins problématique. La petite quantité de fer que j'ai reconnue, en la supposant constante, ce qui paraît peu probable, n'empêcherait pas d'obtenir de l'alun d'une qualité supérieure, en employant toutefois le procédé de la Tolfa, procédé dont l'application exige peu de science, dont les résultats sont nécessairement homogènes et de qualité invariable, et qui, par le grillage, le lessivage à chaud et la surabondance de l'alumine, continuellement en présence exclut sans frais le sulfate de fer, ou du moins n'en laisse subsister que des quantités infiniment petites, et que MM. Thénard et Roard ont évaluées moindres qu'un $\frac{1}{2000}$.

Je ne parlerai point des facilités qu'on trouverait dans les circonstances locales pour mener des ouvrages d'extraction en galeries, pour se débarrasser des déblais au moyen du torrent, pour établir économiquement une usine alimentée par des eaux vives très-abondantes, pour obtenir la main-d'œuvre et le combustible à bas prix, et pour transporter les produits

d'une manière peu dispendieuse jusqu'à l'Allier; ces données techniques ne peuvent intéresser que l'Administration des Mines. C'est à cette Administration, du reste, qu'il appartiendra de faire exécuter les recherches nécessaires pour que les probabilités, précédemment exposées, soient vérifiées avec les soins qui conviennent à l'importance de leur objet (1).

Si les recherches exécutées ne mènent point aux résultats qu'on avait lieu d'espérer, il n'en faudra pas moins conclure sous le point de vue purement scientifique :

1°. Que la brèche de Mont-Dore est composée *d'un sous-sulfate d'alumine et de potasse silicifère* analogue aux sous-sulfates de Montione et de la Tolfa ;

2°. Que presque toutes les laves altérées par les vapeurs sulfureuses des volcans sont aussi des sous-sulfates d'alumine et de potasse silicifères, et ne diffèrent des précédens que par les aspects dépendans d'une agrégation souvent imparfaite et d'une contexture nécessairement empruntée;

3°. Qu'il y a lieu de réunir toutes ces substances pour en former, dans les classifications minéralogiques, une *espèce* particulière, qu'on doit placer parmi les sels insolubles, et dont il est convenable d'étudier et de décrire les caractères avec d'autant plus de détail et d'exactitude, qu'il faut suppléer à l'absence totale de cristallisation.

(1) M. le directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines s'est empressé de décider, le 26 octobre 1818, que ces recherches seraient faites dans la campagne de 1819.

(*Note des Rédacteurs.*)

EXTRAIT

Du Rapport fait au Conseil général des Mines, le 11 *mai* 1819, *sur les* ACIERS *de la Bérardière;*

PAR M. GILLET DE LAUMONT,

Inspecteur général au Corps royal des Mines, *rapporteur.*

VERS le milieu de l'année 1817, M. Milleret, receveur-général des finances du département de la Moselle, présenta à l'Administration des Mines une série d'aciers et un grand nombre d'objets fabriqués avec ces aciers, préparés dans la manufacture qu'il avait montée à la Bérardière, près Saint-Etienne, où l'on raffinait des aciers naturels ou aciers bruts, provenant alors de diverses forges.

Les objets fabriqués, tels que ressorts pour les fusils, fleurets, baïonnettes, ciseaux à couper le fer, limes diverses, etc., furent examinés avec soin par une Commission nommée à cet effet, et trouvés généralement bons; plusieurs furent reconnus excellens. Des essais faits avec ces aciers donnèrent des *ciseaux* et des *burins* très-bons; on en forgea un *coin de médaille* qui réussit parfaitement. Vers cette époque, une suite des mêmes aciers et de leurs produits fut présentée à la Société d'Encouragement, qui

décerna à M. Millèret une médaille d'or, dans sa séance du mois de janvier 1818.

Le but de M. Milleret n'étant point de monter une fabrique d'outils ou d'instrumens divers, mais de fournir au commerce, aux manufactures d'armes, toutes les variétés d'aciers que l'on était obligé de tirer des pays étrangers, et particulièrement les *aciers naturels raffinés* que l'on recevait d'Allemagne, il n'a rien épargné pour perfectionner ses produits, et il y a parfaitement réussi (1).

Ces aciers sont aujourd'hui fabriqués avec des *aciers naturels* provenant des usines de Beaupertuis et d'Allivet, que M. Milleret possède dans le département de l'Isère, où ils sont travaillés avec soin; ils sont ensuite assortis et raffinés dans les usines de la Bérardière et de Mottetière, placées sur le même cours d'eau, près Saint-Etienne, et donnent toutes les qualités analogues aux aciers les plus recherchés dans le commerce.

Cette grande manufacture, fondée depuis quatre ans au plus, vient de publier une note de dix variétés d'aciers qu'elle fabrique en grand, avec l'état de leurs prix courans, dont on va rendre compte, ainsi que du résultat des essais qui ont été faits et des informations officielles et authentiques qui ont été rassemblées par la Commission.

---

(1) Il a été secondé dans ce travail par M. Beaunier, ingénieur en chef des mines, directeur de l'École des mineurs à Saint-Étienne, qui avait conçu le plan de cette aciérie, et qui, d'après l'autorisation de M. le directeur général des mines, a dirigé tout ce qui concerne les travaux d'arts.

Indication des essais et extrait des pièces qui établissent les usages et les qualités des aciers de la Bérardière.

N°. 1. *Acier étoffé pour ressorts de voiture, au prix de 160 fr. les 100 kilog. dans les dimensions usitées.*

C'est un mélange d'acier naturel vif et doux, qui, d'après M. Chapuis, lieutenant-colonel d'artillerie, directeur-général des ateliers de construction des Messageries royales à Paris, se travaille aisément, et auquel la trempe la plus forte convient le mieux. Cet officier annonce, dans une note, que sur notre demande il a eu la complaisance de nous adresser, le 29 avril dernier, « que l'Administration, d'après les essais d'échan-
» tillons d'acier à ressort de la Bérardière, se dé-
» termina, en septembre 1818, à lui faire une
» commande de *dix mille kilogrammes*, qui ont
» été livrés dans l'espace de *deux mois;* que les
» quatre premiers ressorts faits avec les échan-
» tillons d'essais ont été placés sur une voiture
» de la route de Lyon, qui a fait depuis
» cette époque un trajet de 2,600 lieues, sans
» que, depuis huit mois, ils aient éprouvé au-
» cune avarie; que la qualité de la livraison des
» 10,000 kilogrammes a parfaitement répondu
» à celle des échantillons d'épreuve; que l'on a
» construit avec cet acier les ressorts de trente
» voitures neuves qui, depuis deux mois, sont
» employées sur les routes de Toulouse, Bor-

» deaux, La Rochelle, Metz et Strasbourg ; » que chaque voiture a déjà fait 1,000 à 1,200 » lieues, habituellement chargée de douze » voyageurs, avec un poids de 1,000 à 1,200 ki- » logrammes, et que pas une feuille de ressort » ne s'est cassée jusqu'à ce jour ; qu'une nou- » velle commande de 10,000 autres kilogrammes » vient d'être faite au prix de 160 fr. les 100 ki- » logrammes (1). »

L'acier à ressorts de voiture, venant d'Allemagne, s'est vendu à Paris jusqu'à 190 fr., et il est aujourd'hui, de 174 à 170 fr., prix égal à celui de l'acier cémenté-laminé anglais, employé pour les ressorts des *malles-postes*.

N°. 2. *Acier raffiné à trois marques, au prix de* 185 *fr. les* 100 *kilog., étiré en petites dimensions.*

Cet acier, raffiné avec soin, est principalement destiné pour les ressorts de platines de fusils et de mécaniques, pour baïonnettes et fleurets de première qualité. D'après la réponse que M. le directeur de l'artillerie et du génie, M. le baron Evain, a eu la bonté de nous faire le 21 avril 1819 : « La Manufacture royale d'armes de » Saint-Etienne prend ses aciers à la Bérardière, » au prix de 185 fr. les 100 kilog. Leur emploi » a d'abord offert quelques difficultés, faute de » bien savoir le degré de chaleur et de travail qui

(1) Les commandes doivent être faites à M. de Brou, directeur des mines et usines de M. Milleret, à la Bérardière.

» leur convenait ; mais l'expérience en a bien-
» tôt fait connaître la qualité, et l'on s'est con-
» vaincu que, soit pour la finesse, soit pour la
» force d'élasticité, soit pour le soudage, ils
» étaient comparables et même *supérieurs* aux
» aciers raffinés qu'on tirait d'Allemagne. Une
» série d'essais sur ces aciers, faits par le Co-
» mité central d'Artillerie, et le résultat encore
» plus concluant de l'emploi de cet acier, ont
» confirmé cette opinion. Depuis quelque temps
» les manufactures royales d'armes n'emploient
» plus que des aciers français. »

Les prix stipulés avec le Ministre de la guerre pour les premières fournitures d'acier, nº. 2, à faire aux deux Manufactures d'armes suivantes, avaient été à 5 fr. au-dessous de celui d'Allemagne fourni par les entrepreneurs (droits d'entrée compris), savoir :

En 1817 et 1818.	à Saint-Étienne.	198 f.	prix moyen, 211 fr. les 100 kilog.
	à Tulle (à raison du transp.).	224	
En 1819. .	à Saint-Étienne..	185	prix moyen, 191 fr. les 100 kilog., infér. de 20 fr. à celui de 1817.
	à Tulle (transport compris).	197	

M. Regnier a fait faire avec cet acier des *ressorts d'éprouvettes*, qui se sont trouvés excellens et supérieurs à ceux en acier d'Allemagne à sept étoiles ; plusieurs essais ont prouvé en outre qu'il était très-bon pour la coutellerie fine.

Nº. 3. *Acier raffiné à trois marques, au prix de* 180 *fr. les* 100 *kilogrammes, étiré suivant les dimensions propres à la coutellerie, etc.*

Cette étoffe, formée d'acier naturel raffiné

exempte de veines, paraît supérieure aux aciers dits *étoffes de Pons*.

Des artistes distingués, MM. Salmon, rue Saint-Honoré, Sir Henry, place de l'Ecole de Médecine, en ont fait des couteaux, des instrumens très-bons et d'un beau poli, quoique avec quelques piqués, ce qui est inévitable avec une étoffe; le fourbisseur, M. Cordier, en a fait un ressort excellent, il en a étiré un morceau en travers, qui a bien supporté cette épreuve, a conservé son nerf et est bien venu au poli, à quelques piqués près; cet artiste ne croit pas qu'on puisse trouver une meilleure étoffe pour la coutellerie.

N°. 4. *Acier raffiné à une seule marque, au prix de* 150 *fr. les* 100 *kilogrammes, étiré en petites dimensions.*

Cet acier raffiné est dur, bien soudé, facile à forger et propre pour les limes, outils et coutellerie courante. Les couteliers, MM. Salmon, Sir Henry et Cuisinier ont fait des couteaux et divers objets qui se sont trouvés très-bons. Le bon marché du prix, de près de moitié de celui de l'acier fondu, est très-favorable aux fabricans.

N°. 5. *Acier à un éperon, au prix de* 180 *fr. les* 100 *kilogrammes, en barres et en petites dimensions.*

Cet acier, qui répond aux *aciers de Hongrie*, est très-utile au commerce pour les grands outils tranchans, les ciseaux, les gouges, les crochets à tourner les bois et les métaux.

Acier à deux éperons, en barres, à 200 fr., en petites dimensions, à 210 fr. les 100 kilogrammes.

Cet acier, plus vif, plus raffiné que le précédent, paraît uniquement fabriqué en France, à la Bérardière : il prend un poli brillant; la même qualité venant d'Angleterre, sous le même nom, se vend à Paris 250 et jusqu'à 300 f. les 100 kilogrammes : celui de l'usine française paraît remplacer fort bien, pour la coutellerie fine et une infinité d'objets, l'acier *à deux marteaux*, très-estimé dans le commerce, mais du prix de 280 fr. les 100 kilogrammes.

Acier fondu, au prix de 260 à 280 fr. en lingots et étiré en petites dimensions, les 100 kilogrammes.

Cet *acier fondu français* l'emporte sur l'acier fondu anglais, par sa propriété d'être soudable, fait annoncé par M. le baron Evain, dans sa lettre déjà citée, du 21 avril 1819.

Il se forge facilement et se soude au fer et à lui-même, d'après M. Cordier, fabricant de bijoux en acier (lettre du 2 mai 1819), qui en a fait des ciseaux de fer armés d'acier, capables de couper le fer et la fonte dure, lorsque leur tranchant n'est pas trop mince; le même fabricant en a fait plusieurs pièces qui ont pris un beau poli sans cendrures ni gerçures; il lui trouve cependant dans le poli un certain gris que l'on rencontre quelquefois dans les aciers anglais. On

pourrait, en y introduisant plus de carbone, lui donner facilement le noir de l'acier *Huntzmann*; mais il serait à craindre alors de lui faire perdre en partie la propriété de se forger facilement et de se souder, propriété si avantageuse et si économique pour les arts, que les aciers anglais de *Marschal* et de *Huntzmann* ne possèdent pas : au reste, la manufacture en fera, devant satisfaire les désirs du commerce. M. Molard en a fait faire un rasoir par M. Gilet, fabricant de rasoirs, rue de Charenton; il s'est trouvé excellent et a pris un beau poli, sans cendrures, ni gerçures; il le compare à l'acier *Marschal*. Les couteliers, MM. Sir Henry, Salmon et Cuisinier, en sont parfaitement contens.

« Cet acier a été essayé par M. Thiolier fils, » graveur général des monnaies, qui en a fait » un *coin*, lequel a très-bien réussi. D'après » une note rédigée sous les yeux de M. Galle, » graveur en médailles, il a pris une barre » carrée qui, arrondie à chaud au marteau, a » formé un cylindre de 18 lignes, qui a été » coupé et foulé au balancier jusqu'à ce qu'il » eût acquis 26 lignes de diamètre, puis tourné » en forme de calotte convexe; on y a enfoncé » alors, sans l'entourer d'une virole, un coin » matrice portant une tête de Malesherbes en » relief; ce poinçon a été ensuite trempé et » n'a laissé apercevoir aucun défaut, aucune » gerçure. Cet habile artiste, qui emploie habituellement l'acier fondu anglais, n'a trouvé » dans l'acier fondu français aucune différence » avec l'acier *Huntzmann*.

» Le mécanicien M. Baradelle en a fait d'excel-

» lens burins d'horloger avec lesquels il a tourné
» de l'acier trempé revenu blanc, et n'en a pas
» fait de différence d'avec les burins d'acier an-
» glais dont il se sert ordinairement. Des cro-
» chets de tour lui ont servi à tourner de la fonte
» et se sont bien soutenus; la cassure est belle et
» égale à celle de l'acier anglais; enfin, cet
» acier égale ce qu'il y a de mieux (lettre du 7
» mai 1819. »

Le prix de l'acier fondu venant d'Angleterre était monté, pendant les dernières guerres, à 16 et 18 fr. le kilogramme; en 1817, il était à 4 fr. 50 c.; en 1818, l'émission de quelques aciers fondus français le fit baisser à 3 fr. 60 c.; depuis que la Bérardière a un entrepôt à Paris (1), l'acier fondu anglais est descendu à 2 fr. 80 c. le kilogramme.

Acier à deux colonnes, au prix de 400 fr. en barres, 410 fr. en petites dimensions, les 100 kilogrammes.

Cet acier nouveau pour la France est exclusivement préparé à la Bérardière; il est annoncé pour être raffiné à 1,024 doubles; il possède toute la dureté de l'acier fondu, se soude facilement au fer, et est peut-être supérieur à tous les aciers fondus pour entailler la fonte de fer et résister sur les métaux durs; il a la propriété de ne pas perdre son carbone, comme le font la plupart des aciers cémentés. M. Molard en a fait faire des burins qui se sont trouvés excellens. M. Baradelle en a employé sur la fonte de fer dure,

(1) Rue du Jardinet, n°. 3.

qui en ont supporté le choc sans s'égrener. M. Cordier annonce, dans sa lettre, qu'il est facile à forger, se soude bien, devient dur à la trempe, résiste sur la fonte, et qu'on peut l'employer à tout ce que l'on voudra. M. Raoul, qui fabrique des limes si parfaites, est très-content de l'acier fondu et de celui à deux colonnes dont il a fait d'excellens outils à estamper (1).

N°. 7. *Acier dur pour revêtir les faces des batteries de fusils, à* 185 *fr. les* 100 *kilogrammes.*

Cet acier, formé des aciers naturels les plus durs de premier choix, est employé avec succès pour les manufactures royales d'armes de Saint-Etienne et de Tulle, de même que le n°. 2.

Ruban damassé préparé pour la confection des canons de fusils.

Cette fabrication, qui ne paraît pas encore avoir été faite en France *en manufacture*, contribuera beaucoup à la bonté et à l'égalité de ce travail particulier pour les canons des armes de luxe.

Tels sont les produits de cette belle et nou-

(1) Depuis que ce rapport a été présenté, M. Regnier en a fait un très-favorable sur ces aciers à la Société d'Encouragement, où il annonce qu'il a fait pour les Douanes, avec de l'acier à deux colonnes, des poinçons pour marquer les barres de fer en transit, et qu'ils se sont toujours bien soutenus sur les fers les plus durs, marqués à froid et sous les coups redoublés de pesans marteaux, donnés souvent exprès à faux.

velle manufacture d'*aciers perfectionnés*; qui doit, avec les usines analogues qui existent en France, y faire baisser le prix des aciers étrangers et diminuer leur introduction. Si nous jetons un coup d'œil rapide sur nos fabriques d'acier anciennes et nouvelles, nous voyons que l'on y obtient, que l'on y raffine ou que l'on y emploie des aciers *naturels*, *cémentés* et *fondus*, de très-bonne qualité, principalement dans les départemens du Haut-Rhin, des Vosges, de la Haute-Saône, du Loiret, de Loir et Cher, d'Indre et Loire, où existe la belle et grande manufacture de limes de M. de Saint-Bris; de la Nièvre, de la Loire, de la Côte-d'Or, du Doubs, du Jura, de l'Isère, de la Drôme, de la Dordogne, de la Haute-Garonne, de l'Aude, de l'Ariége, etc.

Parmi ces différentes manufactures, nous en remarquons de nouvelles qui promettent les plus heureux succès; dans le Loiret, MM. de Quenne et Monmouceau ont établi une belle fabrique de limes à Orléans; dans la Haute-Garonne, M. Garrigou a établi à Toulouse une manufacture de fers cémentés et d'aciers naturels raffinés, et a livré au commerce, en 1818, près de 50,000 faux et 200,000 kilogrammes d'acier, avec une grande quantité de limes; dans l'Ariége, M. Ruffié, riche commerçant de Toulouse, monte une grande manufacture de faux et d'acier, ainsi que M. Sans, avec les excellens produits des forges catalanes des Pyrénées; dans l'Isère, indépendamment des anciennes et nombreuses fabriques d'*acier naturel* de Rives, on a établi des forges catalanes; dans la Loire, près de Saint-Etienne, M. Robin Peyret, suc-

cesseur de M. Jakson, fabrique beaucoup de limes en *acier fondu;* et M. Milleret, qui a livré par an au commerce et aux manufactures d'armes, environ 160,000 kilogram. d'acier raffiné, est aujourd'hui monté de manière à en fournir 240 kilogrammes, principalement en *aciers naturels raffinés* (1), et 30,000 kilogrammes en *acier fondu soudable*.

D'après ces faits, il est constant que nos aciéries avec nos excellens minerais de fer, préparés dans nos forges, raffinés dans nos fabriques, sont en état de fournir, en concurrence, les unes des autres, toutes les variétés d'acier dont nous avons besoin, et même quelques-unes supérieures à celles que nous recevons de l'étranger: déjà nos Manufactures royales d'armes n'emploient que des aciers français, et il y a lieu d'espérer que, si le Gouvernement continue à protéger la fabrication des *aciers* et les manufactures qui se sont établies d'après la confiance que leur donnaient des tarifs sanctionnés pour les droits d'entrée sur les *aciers étrangers*, nous pourrons bientôt mettre le commerce en état de verser au-dehors, non-seulement des objets fabriqués avec nos aciers, mais encore des aciers divers non fabriqués.

---

(1) L'avantage de ces aciers sur ceux obtenus par la *cémentation*, consiste principalement en une *combinaison plus intime du carbone* avec le fer, qui fait que des limes, des outils, étant usés, puis détrempés, taillés et retrempés, reprennent plusieurs fois successivement le dur; tandis que des *fers cémentés légèrement* peuvent donner de fort bonnes limes, mais qui étant ensuite détrempées redeviennent souvent du fer qui n'est plus susceptible de devenir dur, ce qui porte un grand préjudice aux ouvriers.

Relativement à la manufacture de la Bérardière, près Saint-Etienne, il résulte des essais et des nombreux renseignemens authentiques que nous avons rassemblés, que, secondée de ses trois autres établissemens, elle est aujourd'hui en état, par l'emploi que l'on y fait faire des *aciers naturels raffinés* et par la combinaison de ces aciers avec ceux *cémentés*, de fournir une grande variété *d'aciers supérieurs* pour les divers usages du commerce et des arts;

Que tous ces aciers ont été reconnus par le Conseil général des Mines pour être de bonne qualité et pour offrir même plusieurs variétés supérieures à celles qui sont en usage; enfin, cette grande et belle manufacture doit donner par le raffinage des *aciers naturels* qu'elle a particulièrement *perfectionnés* (1), une nouvelle réputation aux aciers français qui présenteront de grands avantages au commerce et aux arts; et déjà, depuis 1817, elle offre une diminution fort sensible dans les prix de ses pro-

(1) L'auteur de la *Sidérotechnie*, tome IV, page 113, a annoncé en 1812, que l'acier brut français ne le cède souvent en rien aux aciers bruts que l'on prépare dans les aciéries de Styrie, de Carinthie, et dans celles qui jouissent de la plus haute réputation, et en diffère par cela seul que les usines françaises livrent leurs aciers bruts *sans choix*, tandis que les autres *trient* leurs barreaux pour en former au moins deux qualités, l'une d'acier *dur*, l'autre d'acier *mou*, qui mettent l'ouvrier dans le cas de choisir, avec certitude, celui dont il a besoin, sans être exposé à en rejeter beaucoup comme inutiles.

« Il indique, page 114, les départemens de l'Isère, du Nivernais, des Pyrénées, comme offrant à une compagnie qui acheterait leurs aciers bruts, pour les *trier*, les *reforger* et les *raffiner*, les moyens d'en tirer deux avantages réels, l'un de donner une grande réputation aux aciers du pays, l'autre de

pres aciers, et en a produit une très-marquée sur ceux qui viennent de l'étranger (1).

procurer aux ouvriers qui les emploieraient une grande économie de temps et de combustible.

» Il fait des vœux, page 115, pour que des sociétés forment ces entreprises, en ayant soin d'appliquer toujours les mêmes marques sur des aciers semblables qui aient des degrés constans d'aciération, comme un moyen certain d'en assurer le succès. »

Terre à creusets.

(1) On trouve dans le XXVIe. volume du *Journal des Mines*, n°. 151, juillet 1809, page 5, un rapport sur l'*acier fondu soudable*, et sur plusieurs autres variétés nouvelles d'aciers qui se rapportent à celles préparées à la Bérardière. Il est dit, page 19, que MM. Poncelet, de Liège, fondaient de 50 à 100 kilogrammes d'acier, jusqu'à six fois de suite dans le même creuset (sans le laisser refroidir); ils formaient leurs creusets avec des torons de terre bien pétrie, posés en spirale; mais nous ignorons d'où ils tiraient cette terre précieuse pour les arts. M. le comte de Chaptal, frappé de la difficulté que l'on éprouve à se procurer des terres assez réfractaires pour la fonte de l'acier et pour les verreries, a indiqué celle de *Salavas*, peu éloignée du pont Saint-Esprit, en en séparant avec soin les veines ocreuses qui la sillonnent. Des creusets, fabriqués avec cette terre, ont donné des résultats très-satisfaisans à la Bérardière; les verreries à bouteilles, qui s'en sont servies, n'ont pas eu besoin de réparer leurs creusets pendant le cours d'une campagne, ce qu'elles n'avaient pu encore obtenir. La terre de *Salavas* (Ardèche), sur la rivière de ce nom, est à 10 kilomètres de Barjac (Gard), bureau de poste; elle se transporte aisément par le Rhône, le canal royal, la Saône, etc.

G. L.

DE LA RICHESSE MINÉRALE.

Considérations sur les mines, usines et salines des différens états, présentées comparativement 1°. sous le rapport des produits et de l'administration dans une première division, intitulée : DIVISION ÉCONOMIQUE; *2°. sous le rapport de l'état actuel des mines et usines dans une seconde division intitulée :* DIVISION TECHNIQUE (*avec un atlas in-folio de 65 planches*);

PAR A. M. HÉRON DE VILLEFOSSE,

Maître des requêtes, inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines de France, membre de l'Académie des Sciences, chevalier de l'ordre royal de la Légion-d'Honneur et de l'ordre des Guelfes (1).

Extrait.

Il manquait encore à l'Europe savante un Traité complet sur l'art et sur l'administration des mines. Les nombreux ouvrages publiés jusqu'ici en Angleterre, en France, et même en Allemagne, le berceau et le modèle de l'exploitation des mines, ne traitaient que quelques parties de cet art; aucun auteur ne s'était d'ailleurs occupé, d'une manière générale, de la jurisprudence qui régit les établissemens. La France a maintenant la gloire d'offrir ce traité complet

(1) Se vend avec l'atlas chez Treuttel et Wurtz, libraires, rue de Bourbon, n°. 17 (Prix : 170 francs); et à Londres, n°. 30 Soho-Square.

aux savans, à la méditation du législateur et à l'instruction de la jeunesse.

L'important ouvrage auquel M. Héron de Villefosse a consacré depuis plusieurs années son expérience, ses veilles et sa fortune, vient de paraître. Il embrasse l'art et l'administration des mines dans leurs nombreux développemens, et nous montre leur situation au dix-neuvième siècle. Il offre à l'instruction un grand avantage qui manque à la plupart des autres ouvrages de ce genre, parce que tous les exemples qu'il cite sont tirés d'établissemens existans et célèbres, et sont représentés par les plans exacts de ces établissemens. L'auteur appuie ainsi par la pratique les principes de théorie qu'il développe.

Le livre de la richesse minérale est divisé en deux parties que l'auteur appelle *économique* et *technique*. Il se présente « dit-il, deux points » de vue sous lesquels il est également utile de » considérer l'exploitation des mines, usines et » salines. L'un a pour objet la direction écono» mique, l'autre la direction technique des » établissemens de ce genre.

» La direction économique embrasse tout ce » qui se rapporte à l'administration des mines, » usines et salines, soit à l'administration pu» blique par laquelle un gouvernement sage » veille à leur conservation et assure leur pros» périté pour l'intérêt général, soit à l'admi» nistration particulière par laquelle une com» pagnie d'exploitans règle la marche de ses » opérations pour l'intérêt de ses divers mem» bres. Ainsi la direction économique comprend » la détermination et le maintien des droits de

» tous ceux qui prennent part à l'exploitation,
» l'examen des projets relatifs aux travaux, la
» comptabilité tant en nature qu'en argent,
» l'approvisionnement des objets nécessaires à
» l'activité des ateliers, et enfin le commerce
» des produits minéraux.

» La direction technique s'occupe plus par-
» ticulièrement de la recherche des faits na-
» turels, de la disposition et l'exécution des tra-
» vaux souterrains, de l'extraction et du traite-
» ment des substances minérales, du perfec-
» tionnement des procédés, et en général de
» l'application des sciences à la pratique de l'art
» des mines et usines. »

La première partie ou la division *économique* a paru en 1810. On en a rendu compte dans le N°. 169 du *Journal des Mines*. Pour mettre nos lecteurs à portée d'apprécier le service que M. Héron de Villefosse a rendu à la société en publiant la partie *technique*, nous pensons ne pouvoir mieux faire que d'insérer ici un extrait du rapport qui a été lu en 1816 à l'Académie royale des sciences sur cette seconde division, ou plutôt sur l'atlas qui en fait partie, et auquel l'auteur avait joint seulement une courte explication des planches. Nous ajouterons quelques détails sur les objets que le rapporteur a traités succinctement, ou bien nous indiquerons, par de courtes notes, les additions principales qui ont été faites à l'ouvrage depuis l'époque du rapport. C'est peu de temps après que cet ouvrage manuscrit eut été soumis à l'examen de l'Académie et approuvé par elle, que ce corps célèbre a admis M. de Villefosse dans son sein.

« La partie technique, dit le rapporteur, est accompagnée d'un atlas grand in-folio de 63 planches (1), qui avec la simple explication qui l'accompagne pourrait être considéré comme un ouvrage particulier susceptible d'occuper pendant long-temps un homme laborieux. Cet atlas est tellement important par lui-même, qu'il peut être publié séparément et conserver encore un grand degré d'intérêt et d'utilité. »

« Les détails dans lesquels nous allons entrer vont prouver à l'Académie combien sont fondés les éloges par lesquels nous commençons ce rapport, éloges qui ne sont que l'expression de la première impression que nous a faite cet ouvrage dès que nous l'avons parcouru. »

« Il y a deux sciences d'application qui exigent ou qui supposent au moins dans ceux qui les professent une réunion remarquable de connaissances aussi variées que profondes, ce sont la médecine et l'art des mines. Ce dernier art est une application continuelle des sciences les plus étendues et les plus précises, de celles dont l'acquisition demande le plus de moyens et coûte le plus de peine et de temps. Les fonctions d'un officier des mines consistent principalement à appliquer avec habileté la géométrie, la mécanique, la physique, la chimie, la minéralogie et la géologie; un officier des mines doit donc posséder une grande partie des sciences qui sont du domaine de cette Académie. »

« En effet, toutes celles que nous venons de nommer lui ont été enseignées avec soin. Il a dû soutenir des exercices sur chacune d'elles,

(1) Il a été ajouté deux planches depuis cette époque.

et s'il veut se distinguer dans son art, il ne doit en oublier, ni même en négliger aucune; car à chaque instant il se trouve dans le cas d'y avoir recours. »

« Je ne parle ici ni de l'administration, ni de la science de la comptabilité, parce que ces deux parties si importantes dans l'art des mines doivent rester étrangères à notre rapport; quoiqu'elles ne le soient pas à l'ouvrage que nous avons été chargés d'examiner. »

« M. de Villefosse, réunissant la théorie des sciences que nous venons d'énumérer à la pratique des mines qui en determine l'application, a rassemblé, tant dans l'exercice de ses fonctions, que dans les voyages qu'il a faits, une quantité considérable de matériaux nouveaux et précis sur toutes les parties de l'art des mines. La France ne possède aucun traité complet sur cet art; les ouvrages publiés en français sur ce sujet ne sont jamais relatifs qu'à l'une de ses grandes divisions, et sont presque toujours des traductions d'ouvrages allemands déjà très-anciens et tout-à-fait en arrière des connaissances actuelles. Ce qu'il y a de nouveau sur cette science est ou inconnu pour nous, ou épars dans divers recueils. »

« Cette dispersion du peu que nous possédons privait l'art des mines de l'avantage très-grand de pouvoir être présenté avec ces généralités et les principes qui facilitent l'étude et les progrès des sciences. Or, il est certain que plusieurs arts d'application peuvent être enseignés avec des principes semblables, et s'élever ainsi au rang des véritables sciences, et devenir comme elles susceptibles de découvertes rai-

sonnées, de simplification et de progrès rapides. »

« Ces considérations ont décidé M. de Villefosse sur l'ordre qu'il devait adopter pour publier les matériaux nombreux et variés qu'il avait rassemblés. »

« Il a eu l'idée heureuse de composer, en même temps, un traité complet et méthodique de l'art des mines, dont les préceptes ne fussent point expliqués par des figures d'invention, et de publier les matériaux nombreux et importans qu'il avait recueillis ; il évite ainsi d'une part des répétitions fatigantes, et de l'autre cet isolement qui ôte aux faits leur intérêt et une partie de leur utilité. »

« Ces matériaux, présentés comme exemples de préceptes établis, loin de perdre leur importance par cette place secondaire, en acquièrent au contraire encore plus. »

« Suivons maintenant M. de Villefosse dans l'application de cette méthode aux trois grandes divisions de l'art des mines. »

« M. de Villefosse a placé à la tête de son atlas trois cartes qui ont le double intérêt d'être utiles à l'intelligence des lieux où sont placés les usines et les gîtes de minerai, et d'offrir aux Français des cartes géologiques et technologiques de deux contrées célèbres par les mines qu'elles renferment, le Hartz et la Saxe. »

« Ces cartes sont remarquables par les quantités d'objets qui y sont représentés sans confusion, et par la netteté de leur exécution. »

Relativement au plan de division de l'ouvrage, plan qui a été étendu depuis l'époque du rapport, nous laisserons parler l'auteur lui même.

« On distingue, dit M. de Villefosse, dans » l'exploitation des mines et usines, la *science*, » l'*art* et le *métier*, qui concourent aux succès » des divers travaux de ce genre.

» La science, observant les lois de la nature, » établit, d'après elles, de lumineuses théories, » qui doivent être aujourd'hui les premiers » guides de tout homme destiné à diriger l'ex- » ploitation des substances minérales. Ces théo- » ries sont développées dans de savans traités de » minéralogie, dont le secours est utile aux » hommes les plus expérimentés qui dirigent » des travaux en grand, et nécessaire à ceux » qui se proposent de marcher un jour sur leurs » traces.

» L'art applique les principes de la science à » la pratique des opérations qu'il prescrit au » métier; il joue ainsi le rôle d'un intermé- » diaire actif et indispensable, entre la science » qui commande et le métier qui exécute. Ici, » le métier, pour être aussi utile qu'il doit » l'être, ne saurait se borner à une routine » aveugle. Outre les facultés physiques, il » exige, plus qu'aucun autre genre de travail, » une intelligence active et une longue expé- » rience. Il faut ici que l'homme instruit, tou- » jours placé à côté de l'ouvrier, mette con- » tinuellement à sa portée la dose de science » qui peut lui convenir.

» C'est particulièrement *l'art* des mines et » usines que nous nous proposons de considérer » dans cette division technique. En fixant nos » regards sur ce point de vue, nous aperce- » vrons sous un jour favorable, d'un côté, ce » que l'art doit emprunter de la science, et de

» l'autre, ce qu'il doit transmettre au métier ;
» pour assurer la bonne exploitation des subs-
» tances minérales.

» Nous avons déjà rappelé, dans l'introduc-
» tion, que tous les objets qu'embrasse l'art
» des mines et usines, peuvent être rapportés
» à quatre titres principaux, d'après l'enchaî-
» nement qu'il dirige.

» Chacun de ces titres principaux se subdivise
» ainsi qu'il suit :

» La *recherche* des mines exige la connais-
» sance,

» 1°. Des roches, c'est-à-dire, en général,
» des masses minérales qui constituent l'enve-
» loppe du globe ;

» 2°. Des divers gîtes de minerais exploita-
» bles, qui occupent certains espaces limités et
» diversement disposés au sein des roches ;

» 3°. Des instrumens et opérations qu'em-
» ploie la géométrie souterraine pour guider
» le mineur, soit dans la recherche, soit dans
» l'exploitation ;

» 4°. Des divers outils et procédés dont on
» se sert pour attaquer ou entailler les subs-
» tances minérales ;

» 5°. Des divers modes d'exploration préa-
» lable, qu'on peut employer dans une contrée
» où l'on soupçonne l'existence de tel ou tel
» gîte exploitable ;

» 6°. Des moyens par lesquels, en cas de
» découverte, on peut convertir les travaux de
» recherche en exploitation permanente, et
» des considérations d'après lesquelles on doit
» alors se déterminer ;

» 7°. Des divers moyens de descendre dans

» les travaux souterrains ; des divers moyens » d'éclairage, et des diverses manières de régler » le travail des ouvriers ;

» L'*exploitation*, proprement dite, emprunte » constamment le secours de toutes les connais- » sances qui sont nécessaires à la recherche, et » de plus elle embrasse les objets suivans ; sa- » voir :

» 8°. La disposition des travaux prépara- » toires, tels que puits, galeries et emplace- » mens relatifs à l'ensemble de l'exploitation;

» 9°. Les travaux de sûreté contre les eaux, » c'est-à-dire, l'*épuisement* et l'*écoulement*, » quelquefois la *retenue* des eaux ;

» 10°. Les travaux de sûreté contre les af- » faissemens et effondremens, c'est-à-dire, » le *boisage*, le *muraillement* et le *remblaie- » ment ;*

» 11°. Les travaux de sûreté contre les gaz » *délétères*, c'est-à-dire, l'*airage ;*

» 12°. Les travaux d'attaque générale ou la » disposition des ateliers dans le sein d'un gîte » exploitable ; disposition qui doit avoir lieu de » manière que, pour tel ou tel cas de gisement » naturel des minerais, les travaux présentent » telle ou telle forme propre à rendre l'exploi- » tation facile, économique, durable et com- » plète, d'où les dénominations diverses d'*ou- » vrage à gradins droits, à gradins renversés, » en travers, par voûtes, par massifs, à col » tordu, à ciel ouvert ;*

» 13°. Les travaux d'*arrachement*, par les- » quels, dans un atelier considéré seul, on » obtient la substance qui est l'objet de l'ex- » ploitation ;

» 14°. Le transport ou *roulage* intérieur
» des minerais vers les lieux de leur extraction
» au jour, et le transport des roches ou déblais
» inutiles, soit dans les espaces à remblayer,
» soit au jour, si l'on ne peut faire autrement;

» 15°. L'extraction au jour, soit par des ga-
» leries de roulage, soit par des puits;

» 16°. L'économie des eaux motrices, pour
» les cas fréquens où les machines employées
» sont mises en mouvement par le moyen de
» l'eau, ce qui comprend toutes les construc-
» tions et dispositions relatives à cet objet im-
» portant;

» 17°. La construction et l'entretien des ma-
» chines qui sont nécessaires, soit pour l'épui-
» sement, soit pour l'airage, soit pour l'extrac-
» tion, soit enfin pour répandre le mouvement
» dans les ateliers relatifs aux deux titres sui-
» vans.

» La *préparation mécanique des minerais*
» comprend toutes les opérations à l'aide des-
» quelles on les débarrasse, quand il y a lieu,
» des substances terreuses, pierreuses ou mé-
» tallifères qui les accompagnent, et qu'il serait
» préjudiciable d'introduire dans les travaux
» métallurgiques.

» Ces opérations, auxquelles on soumet une
» grande partie des minerais métallifères, con-
» sistent :

» 18°. A les casser (*le cassage*); à les trier
» (*le triage*);

» 19°. A les cribler (*le criblage*);

» 20°. A les piler ou *bocarder* (*le bocar-*
» *dage*);

» 21°. A laver, par le moyen de l'eau, les mi-
» nérais bocardés (*le lavage du schlich*).

» La préparation mécanique exige la cons-
» truction et l'emploi de machines très-variées,
» dont on se sert avec plus ou moins de succès
» pour exécuter ces diverses opérations et pour
» assurer leur enchaînement.

» Le *traitement des minerais* dans les usines
» comprend :

» 22°. La préparation et l'emploi des com-
» bustibles ;

» 23°. La construction des diverses machines
» soufflantes ;

» 24°. La construction des divers fourneaux
» et ateliers ;

» 25°. Les opérations docimastiques par les-
» quelles on essaie en petit les minerais ou les
» *schlichs*, lorsqu'il y a lieu, et les procédés
» qui ont pour objet d'opérer les mélanges des
» substances propres à être traitées ensemble ;

» 26°. La préparation chimique des minerais
» à traiter en grand, c'est-à-dire, tantôt le
» grillage ou rôtissage par le feu, tantôt l'ex-
» position à l'air, tantôt la dissolution dans
» l'eau, et quelquefois la réunion de plusieurs
» de ces moyens.

» A côté de ces opérations qu'on peut ap-
» peler préliminaires, se présentent les travaux
» suivans :

» 27°. La fusion, c'est-à-dire en général l'en-
» chaînement des opérations dans lesquelles
» on emploie le feu, 1°. pour séparer les mé-
» taux des substances étrangères qui les ac-
» compagnent dans les minerais (*fusion* pro-
» prement dite); 2°. pour les séparer les uns

» des autres (*liquation*, *ressuage*, *coupellation*); 3°. pour les affiner, s'il y a lieu (*revivification* ou *réduction*, *affinage*, etc.); ou seulement, 4°. pour les obtenir à l'état d'oxides (*oxidation*);

» 28°. L'amalgamation par laquelle on traite l'or et l'argent à l'aide du mercure.

» 29°. La distillation, qui tantôt fait suite à l'amalgamation, pour restituer le mercure employé dans celle-ci, tantôt s'applique directement aux minerais de mercure, tantôt se combine avec le grillage des autres genres de minerais pour recueillir les produits volatilisés, tels que le soufre et l'arsenic;

» 30°. L'évaporation, qui a pour objet de séparer les sels métalliques, terreux ou alcalins, de la dissolution dans laquelle ils se trouvent, soit naturellement, soit par l'effet d'une préparation chimique.

» Pour peu qu'on réfléchisse sur l'ensemble que nous venons de présenter comme l'esquisse du vaste domaine qu'embrasse l'art des mines et usines, on sentira qu'il faudrait un grand nombre de volumes pour épuiser une telle matière. Parmi les subdivisions indiquées ci-dessus, il en est plusieurs dont chacune, à elle seule, a fourni le sujet d'ouvrages fort étendus. Ce n'est donc point, nous le répétons, un traité complet de l'art des mines et usines que nous essayons d'offrir au public; une semblable tâche excéderait et nos forces et les bornes que nous avons dû assigner à cette division technique. Si l'on voulait traiter didactiquement chacune des subdivisions indiquées, en faisant abstraction des autres, on serait souvent exposé à tomber dans le vague

» des préceptes généraux ; car ; dans nul genre » de travail, il n'est plus nécessaire que dans » l'art des mines et usines, de voir constamment » l'ensemble, et de modifier les règles d'après » les localités. (*Voyez* tom. I, pag. 368 *et* » *suiv.*)

» Il existe une telle corrélation entre le gise- » ment des minéraux exploitables, la disposition » des ateliers souterrains, le roulage, l'extrac- » tion, l'épuisement, l'airage, l'étaiement et » les diverses localités, que ces objets, pour » être vus d'une manière susceptible de donner » lieu à d'utiles applications, nous semblent » devoir être considérés ensemble, d'après des » faits constatés, et non pas séparément, d'a- » près des images figuratives.

» C'est par ce motif que nous avons recours » aux exemples, ainsi qu'il a été dit dans l'in- » troduction. Voyons maintenant de quelle ma- » nière la collection d'exemples que présente » l'*Atlas de la Richesse minérale* sera distri- » dans le cadre ci-dessus tracé d'un cours com- » plet de l'art des mines et usines.

» Notre division technique comprendra quatre » parties intitulées :

» 1°. Notions préliminaires ;

» 2°. Exploitation des mines ;

» 3°. Construction des machines et prépara- » tion mécanique des minerais ;

» 4°. Travaux métallurgiques ou usines. »

La première partie réunit des considérations générales sur les objets indiqués dans les onze premiers articles de l'exposé précédent ; mais dans l'atlas ces objets devaient rester réunis aux plans et coupes générales des mines qui y sont figurés. Néanmoins, l'auteur a placé comme

objets accessoires des premières planches, les instrumens de la géométrie souterraine, ceux du sondage, la représentation des divers moyens d'éclairage, etc.

« Au moyen du soin que l'auteur a eu de figurer sur des planches séparées tout ce qui peut être considéré isolément, les exemples relatifs au gisement des minerais ne sont pas trop dispersés. Quinze planches, sans y comprendre les cartes, nous présentent de suite, par l'authenticité des exemples et par la netteté des dessins, une réunion très-instructive des diverses manières d'être des minéraux dans le sein de la terre, soit en filons, soit en amas droits ou couchés, soit en nids ou en couches. »

« Parmi ces exemples intéressans nous remarquons un grand nombre de gîtes de minéraux dont nous ne possédions aucune représentation, ou que des représentations imparfaites : tels sont, pour les exemples de *couches et de bancs*, les gîtes de sel gemme de *Salzbourg*, du schiste cuivreux de *Mansfeld*, et onze exemples de mines de houille représentés sur six planches. Pour *les masses droites, couchées et entrelacées*, le gîte de plomb sulfuré et de cuivre pyriteux du *Rammelsberg*, celui de *Fahlun* en Suède, la mine de fer de *Stahlberg*, dans le pays de Siegen, l'étain d'*Altenberg*, le mercure d'*Idria* et le plomb sulfuré de *Bleyberg* en Carinthie. Il y a moins d'exemples de filons, et cela était aussi moins nécessaire, car ce sont les gîtes les plus souvent figurés dans les ouvrages existans. Mais M. de Villefosse en a choisi deux des plus célèbres, ce sont les filons composés principalement de plomb sulfuré ar-

gentifère de la mine d'Himmelfurst en Saxe, et de celle d'Andreasberg au Hartz (1). »

« Ces différens gîtes sont représentés avec toutes les circonstances qui doivent intéresser le mineur et le géologue; les roches qu'ils traversent, celles qui les accompagnent, celles qui constituent la montagne qui les renferme; les accidens de ces roches, ceux des filons, l'inclinaison et la direction de leur fissure, tout y est indiqué exactement et par des moyens aussi simples que clairs. »

« On voit par les exemples que nous venons de rapporter, que M. de Villefosse ne s'est pas borné aux mines du Hartz et de la Saxe, mais qu'il en a pris dans toutes les mines célèbres de l'Europe. »

« Avant de passer aux diverses méthodes d'exploitations fondées sur ces modes de gisement si différens, M. de Villefosse donne la description et les figures des instrumens et des moyens que les mineurs emploient pour sonder le terrain et s'assurer de la présence et de l'allure du minerai à exploiter, pour s'éclairer commodément et économiquement, pour désinfecter les ateliers resserrés ou souvent remplis de gaz délétères. »

La seconde partie comprend les objets in-

(1) Les amas de minerais de fer de l'île d'Elbe; les couches d'aluminite de la Tolfa, en Italie; les filons de plomb argentifère de Poullaouen, en Bretagne; ceux de Tchakyrskoï et de Schlangenberg, en Sibérie; de Bockswiese au Hartz, etc.; les couches d'étain d'alluvion de Peutoven, en Cornouailles; les gîtes énigmatiques du Derbyshire, sont aussi représentés sur les planches de l'atlas, planches expliquées dans le texte avec plus ou moins de détails.

diqués dans les articles 12 à 15 de l'exposé précédent; la troisième comprend les objets indiqués dans les articles 16 à 21. Les planches 13 à 47 de l'ouvrage représentent les nombreux exemples qui deviennent, suivant l'expression de l'auteur, ses seuls guides dans la division des chapitres. Les commissaires de l'Académie ont réuni à l'examen de la seconde partie, celui de plusieurs objets présentés aujourd'hui par l'auteur, dans la première et dans la troisième. Ce changement n'influe en rien sur le jugement qu'on peut porter de l'ouvrage, et nous continuerons à citer textuellement le rapport. »

« L'auteur passe, dit le rapporteur, au développement des méthodes que l'on suit pour arriver au minerai, l'arracher de la roche à laquelle il adhère, se garantir des éboulemens et affaissemens de terres, se débarrasser des eaux qui sont un des plus grands obstacles à vaincre, et enfin pour amener à la surface du sol les matières extraites. »

» On se débarrasse des eaux par trois sortes de moyens : 1°. en les empêchant de s'écouler par les parois des puits, ce qui se fait en revêtant ces parois ou d'une maçonnerie serrée, ou d'un cuvelage solide que l'on y établit par le procédé qu'on nomme *picotage*. M. de Villefosse a pris dans les mines d'Anzin l'exemple détaillé de cette pratique simple, économique et sûre quand elle est bien exécutée. »

« 2°. Par les galeries d'écoulement : c'est un moyen encore plus simple et encore plus sûr, mais dispendieux à établir ; il n'est donc praticable que quand il doit servir à épuiser les eaux d'une grande exploitation ou celles de plusieurs

mines. Dans ce dernier cas, il faut qu'un pouvoir dirigeant force les intérêts particuliers à se réunir pour le bien général. Un des exemples les plus remarquables de galerie d'écoulement est celle du *Roi George*, dans le Hartz ; elle a plus de cinq lieues de développement : elle épuise les eaux d'une grande partie des mines de ce canton ; elle a été faite en vingt ans, et poussée dans trente ateliers à-la-fois, qui se sont rencontrées avec la plus grande exactitude sur quinze points, malgré les différentes flexions qu'on a dû donner à cette longue galerie. C'est donc en même temps l'exemple d'un travail immense et d'une admirable précision dans l'application de la géométrie aux travaux souterrains. Les détails relatifs à cette célèbre galerie occupent cinq planches. »

« 3°. Le troisième moyen d'épuisement se tire de l'action des pompes : nous en parlerons plus bas. »

« Après d'autres détails sur les travaux accessoires du boisage, du muraillement, de l'airage, etc., M. de Villefosse arrive à l'exploitation proprement dite, c'est-à-dire, l'exposition des règles que l'on doit suivre pour arracher le minerai du sein de la terre, de la manière la plus avantageuse, ce qui consiste à ne pas faire de travaux inutiles et à enlever le plus possible de minerai, sans compromettre la sûreté des ouvriers et l'existence de l'exploitation. On sent que ces moyens doivent varier suivant le mode de gisement des matières exploitables ; aussi, les planches qui représentent les différentes manières d'être des minerais dans le sein de la terre, servent-elles également à représenter les diffé-

rentes méthodes d'exploitations. Cette réunion conduit à deux résultats importans : 1°. elle donne aux figures de gisement tous les caractères de vérité et d'authenticité qu'on peut y désirer ; car elle montre de quelle manière et dans combien de points on a reconnu le minerai, et par conséquent d'après quelles données on a pu parvenir à découvrir les limites du gîte, ses contours, sa figure, son inclinaison et les accidens qu'on a décrits. Elle fait voir aux personnes les plus étrangères à l'art des mines, qu'il n'y a, et qu'il ne peut y avoir d'une part, aucun rapport entre la forme extérieure du sol et sa division en propriétés territoriales ; et de l'autre part entre la manière d'être des minerais dans le sein de la terre, quelles que soient leur nature et leur disposition, et les moyens qu'on est forcé d'employer pour les extraire avec économie et durée. L'avantage que l'atlas de M. de Villefosse aura, par la netteté et l'étendue de ses figures, de rendre sensible et presque vulgaire une partie de l'art des mines, ne sera pas la moindre utilité que la société retirera de ce grand ouvrage. »

« Nous ne pouvons suivre l'auteur dans les détails et les développemens de cette partie importante, étendue, et très-difficile à saisir. Les travaux d'exploitation doivent varier de forme et de direction comme les gîtes de minerai qu'on poursuit. Ils ne restent pas long-temps dans le même place, et on sent combien il a dû être difficile de rendre, par un dessin qui n'a que deux dimensions, des solides aussi irréguliers. L'auteur est cependant parvenu à vaincre cette difficulté autant qu'il était possible, en

donnant, pour ainsi dire, une épaisseur à la feuille de papier, par plusieurs papiers de retombe qui présentent autant de projections horizontales ou verticales, qu'il était utile d'en donner pour l'intelligence de ces travaux. »

« Les opérations qui suivent l'exploitation proprement dite, telles que le roulage du minerai, son extraction au jour, sont entièrement du domaine de la mécanique, et doivent faire partie de cet extrait. »

« L'exploitation des mines exige l'emploi des moyens mécaniques de différentes natures, que l'on trouve décrits et représentés, avec beaucoup de méthode et de clarté, dans l'ouvrage de M. Héron de Villefosse, et dans l'atlas qui l'accompagne. »

« Les différens objets auxquels les moyens mécaniques sont spécialement expliqués, indiquent l'ordre naturel suivant lequel on doit les ranger. »

« Lorsque les eaux souterraines que l'on rencontre dans les fouilles ne trouvent point leur écoulement par une galerie pratiquée à la partie la plus basse des travaux, on est obligé d'élever ces eaux jusqu'au jour au moyen de plusieurs systèmes de pompes aspirantes placées verticalement les unes au-dessus des autres, et dont tous les pistons se meuvent simultanément par l'action d'un moteur quelconque. Ce sont les *machines d'épuisement.* »

« Le transport des minerais dans l'intérieur des galeries, depuis l'atelier d'où on les extrait jusqu'au point d'où on les élève hors de la mine, s'exécute à bras d'hommes, ou à l'aide de chevaux, ou bien encore au moyen de bateaux qui

naviguent sur les galeries d'écoulement. Quoique cette circulation du minerai dans les galeries d'une mine ne s'opère pas ordinairement à l'aide de machines proprement dites, les différens moyens de l'opérer n'en doivent pas moins être compris parmi ceux dont l'art des mines exige la description ; enfin le minerai arrivé au puits par lequel on doit l'extraire, est élevé au jour à l'aide de machines, appelées *machines d'extraction*. »

« M. de Villefosse a décrit les *machines d'épuisement*, *les moyens de roulage* ou de transports intérieurs et *les machines d'extraction* employés dans les mines les plus célèbres qu'il a visitées. Nous allons essayer de donner une idée succincte de cette partie importante de son ouvrage. »

« Les pompes qui servent à l'épuisement des mines sont mises en mouvement ou par des roues hydrauliques, ou par des machines à vapeur, ou par des machines à colonne d'eau. C'est particulièrement dans le district des mines et usines de Clausthal au Hartz, que les roues hydrauliques sont employées comme moteurs (1). »

Les planches 31 et 32 de son atlas offrent les projections horizontales et verticales du sol de ce district, et font voir comment les eaux d'un grand nombre d'étangs, situés à différentes hauteurs, servent successivement à mettre en

---

(1) Il en est de même en Saxe, en Suède et à Idria en Carniole, ainsi que l'indique l'ouvrage ; mais il est vrai de dire que les exemples sont principalement tirés du Hartz, qui, à cet égard, est généralement regardé comme un modèle classique.

jeu les machines d'épuisement employées dans ce canton. Il fait connaître avec beaucoup de détails l'économie de ces eaux motrices, et cette partie de son ouvrage est une des plus instructives.

La manière dont le mouvement des roues hydrauliques est transmis, soit aux pistons des pompes, soit aux tambours des machines d'extraction, est représentée avec beaucoup de détails et de soin dans les planches 33 et 34. L'auteur donne successivement la construction des roues à simple et à double aubage. Il indique le moyen dont on se sert pour tenir la tige dans la verticale, et comment on diminue le frottement auquel ce procédé donne naissance. Il décrit ensuite plusieurs perfectionnemens qui ont été apportés aux varlets, aux bielles et aux assemblages de communication.

Ce procédé d'épuisement a été remplacé avec avantage par les machines à vapeur, dans les lieux où le prix du combustible l'a permis. Aussi, sur la plupart des mines de houille, ces nouvelles machines sont employées exclusivement comme moteurs, et permettent de donner aux travaux une profondeur qui semblait inaccessible jusqu'à l'époque de cette découverte.

Quelques figures de la planche 35 sont destinées à nous rappeler la première machine où le principe de la vaporisation de l'eau a éte employé par *Savary*, vers la fin du dix-septième siècle. Les planches 36 et 37 donnent la description des machines de Newcomen, et de celles de Watt, telles qu'elles furent employées en France pour la première fois en 1765, et telles

qu'elles le sont encore en Silésie. Les perfectionnemens successifs apportés à cette ingénieuse machine par MM. Watt et Boulton, et l'application qu'on en fait aujourd'hui dans les mines de nos départemens du Nord, pour l'épuisement des eaux, sont décrits planches 37 et 38. M. de Villefosse compare ensuite la consommation de chacune de ces machines, tant sous le rapport du combustible que de l'eau de condensation, et il donne le rapport de l'effet produit par chacune d'elles suivant leurs dimensions.

Les planches 39, 40, 41, sont spécialement destinées à la machine à vapeur de rotation qui sert à l'extraction de la houille des mines d'*Anzin* près Valenciennes. Après avoir présenté en détail toutes les parties séparées de cette machine, l'auteur montre leur ensemble et en décrit le jeu. « M. de Villefosse, dit le rapporteur,
» s'est attaché avec un soin extrême à faire con-
» naître toutes les parties assez compliquées de
» ce mécanisme. Les planches que nous venons
» de citer, et le texte qui les explique, peuvent
» être présentés comme un modèle de méthode
» et de précision. »

Depuis environ quinze ans, au lieu d'employer un seul cylindre, on a fait passer successivement dans plusieurs cylindres d'une capacité différente, la vapeur élevée à une haute température. Il en est résulté une nouvelle construction connue en Angleterre sous le nom de machine de *Wolf* ou à *haute pression*. Cette machine n'a été importée en France qu'en 1815. Depuis que M. de Villefosse a soumis son atlas à l'approbation de l'Académie des sciences, il l'a en-

richi des planches 41 bis et 41 ter, lesquelles représentent, dans le plus grand détail, ces machines qui n'avaient encore été décrites dans aucun ouvrage.

La description des différens plans et coupes de la machine à haute pression est accompagnée de plusieurs tableaux, qui montrent la position des pistons, des soupapes, et des autres parties de la machine, aux instans principaux du mouvement. Ces tableaux facilitent beaucoup l'intelligence du mécanisme. L'auteur termine cet article important en exprimant en nombre l'effet utile de la machine, et en comparant la consommation du combustible des machines de Watt, et de celle à haute pression. Cette comparaison est entièrement à l'avantage de cette dernière; et il paraît que, malgré qu'elle soit plus coûteuse à établir, on doit la préférer quand des circonstances locales ne s'y opposent pas.

Outre les applications ordinaires qu'on fait de la machine à vapeur à haute pression, on l'emploie encore en Angleterre à mouvoir, sur un chemin de fer horizontal ou peu incliné, des chariots enchaînés les uns aux autres, et chargés de houille ou de toute autre matière d'un poids considérable.

Le premier de ces chariots est celui qui porte la machine à vapeur. Il traîne d'abord un chariot portant la houille et l'eau nécessaire à la consommation de cette machine ambulante, puis plusieurs chariots de roulage. La planche 41 ter représente ce chariot d'après les derniers perfectionnemens qu'il a reçus en Angleterre, et les chemins de fer sur lesquels il se meut.

Dans ces machines, la condensation n'a pas lieu au moyen de l'eau. La vapeur, après avoir produit son effet, s'échappe dans l'air.

L'auteur passe ensuite à un genre de machines beaucoup moins connues en France que celle dont il vient d'être question. Ce sont celles qu'il appelle *machines à colonne d'eau*; elles ont été employées d'abord pour l'épuisement des eaux souterraines aux mines de *Schemnitz* en Hongrie, à celle de *Zellerfeld* au Hartz, et près de *Marienberg* en Saxe. Aujourd'hui elles sont employées en Hongrie, en Bohème, en Carinthie, en Bavière, particulièrement remarquables dans ce dernier pays, où M. Reichenbach les a perfectionnées, et où six de ces machines élèvent les eaux salées des puits de *Reichenhall*, à une hauteur de plus de 3,000 pieds, d'où elles coulent aux salines de *Rosenhein*, qui en sont distantes de plus de vingt lieues, pour y être soumises à l'évaporation, au moyen du combustible dont cette dernière contrée est encore pourvue, tandis que les environs de Reichenhall et les lieux intermédiaires en sont épuisés.

M. le rapporteur donne ici une description très-détaillée des machines à colonne d'eau, et trouve qu'elles ont beaucoup d'analogie avec les machines à vapeur. « Elles ne diffèrent l'une de l'autre, dit-il, que parce que dans l'une les pressions, à l'action desquelles le piston est soumis, sont occasionnées par le poids d'une colonne d'eau plus ou moins élevée, tandis que dans l'autre ces pressions sont occasionnées par la force expansive de la vapeur. On conçoit au

surplus que, dans la première, les soupapes d'introduction et d'évacuation peuvent être mises en jeu par des régulateurs analogues à ceux qui produisent successivement dans la seconde l'introduction de la vapeur, et l'injection d'eau froide qui la condense. On conçoit également que toutes les deux peuvent s'appliquer à la production des mêmes mouvemens, et que s'il est difficille d'obtenir de la machine à colonne d'eau la production d'un aussi grand effort, elle offre toujours du moins l'avantage d'une plus grande simplicité de construction que la machine à feu, et sur-tout l'avantage de n'exiger aucun emploi de combustible. »

« M. Héron de Villefosse décrit les différens moyens de transport usités dans les mines du Hartz et de la Saxe ; il résulte de la comparaison qu'il en fait, que toutes les fois que cela est possible, il est préférable de l'effectuer au moyen de chariots, ou de traîneaux appropriés, traînés par des chevaux, plutôt que de l'effectuer à bras d'hommes. Il entre dans des détails très-étendus sur les voies de roulage pratiquées dans les mines de houille de Kœnigsgrule en Silésie, sur la forme et les dimensions des chariots qui y sont usités ; il fait remarquer l'avantage de rendre les roues de ces chariots indépendantes les unes des autres, en leur donnant à chacune un essieu particulier, ce qui facilite leurs mouvemens dans les contours plus ou moins prononcés du chemin qu'ils doivent parcourir. »

« Mais de tous les moyens de transport, le plus économique, dans l'intérieur des mines

comme à la surface de la terre, est celui qui se fait par eau ; malheureusement toutes les localités ne se prêtent point à ce qu'il soit généralement adopté. L'exemple que M. de Villefosse en donne, est tiré de la description des mines de houille de *Fuchsgrube* en Silésie. La galerie d'écoulement de ces mines, pratiquée à une grande profondeur au-dessous du sol, a été rendue navigable ; elle a environ 1m.,50c. de largeur ; la profondeur d'eau est de 1m.,25c ; les bateaux ont 8m.,50c. de longueur et 1m. de large. Ils portent chacun dix caisses quadrangulaires contenant ensemble environ 40 boisseaux de houille. Ils sont manœuvrés par des hommes qui les font avancer le long du canal au moyen de chevilles de bois implantées dans les parois verticales de la galerie, et sur lesquelles ils s'appuient (1). »

« M. Héron de Villefosse a traité en ingénieur habile et exercé la partie de son ouvrage qui est relative aux machines. Il fait le calcul de la plupart de celles qu'il décrit ; et par les comparaisons qu'il établit entre elles, il donne à connaître celles qu'il convient d'employer dans des circonstances données. »

« Ce ne sont pas seulement ceux qui s'occupent exclusivement de l'art d'exploiter les mines, qui trouvent dans cet ouvrage des instructions utiles ; divers procédés de construc-

---

(1) Un autre exemple de navigation souterraine célèbre, sous le nom de *canal de Bridgewater*, en Angleterre, est rapporté avec détail dans l'ouvrage de M. de Villefosse.

tion employés soit pour le muraillement, soit pour le boisage des galeries, intéresseront tous les ingénieurs appelés à s'occuper de travaux publics. Nous en dirons autant du mode d'établissement des digues qui forment les étangs, où les eaux motrices sont reçues et approvisionnées dans différens cantons du Hartz, des conduites d'eau et aqueducs qui les portent sur les roues hydrauliques qu'elles mettent en mouvement, enfin des ouvrages de tout genre de maçonnerie ou de charpente dont M. Héron de Villefosse donne la description. »

« Le mérite d'intéresser non-seulement les administrateurs, mais encore les ingénieurs de tous les corps, nous paraît caractériser le travail de M. Héron de Villefosse, et il doit ce caractère à la réunion des diverses connaissances qui sont nécessaires à l'ingénieur des mines, qu'on acquerrait à l'école Polytechnique dont il est un des élèves les plus distingués. L'emploi des méthodes graphiques de la géométrie descriptive enseignée dans cette école justement célèbre, se reconnaît sur chacune des planches de son atlas consacré à la représentation des machines. Les autres planches qui le composent présentent, au reste, des applications plus ou moins immédiates de ces méthodes, et en attestent la perfection. Enfin elles sont exécutées par les plus habiles graveurs, avec un degré de perfection qui nous a paru ne rien laisser à désirer. »

L'exposition de la préparation mécanique des minerais forme la troisième partie. Toutes les machines à bocarder, à cribler et laver les dif-

férens minerais, sont réunies dans les planches 45, 46 et 47. Nous n'entrerons dans aucun détail à cet égard, parce que l'auteur en a publié une grande partie dans les nos. 98 et 99 du Journal des Mines. Aux exemples tirés du Hartz et détaillés dans ce journal, l'auteur a joint, dans son ouvrage, divers autres exemples tirés de Saxe, de Carniole et d'ailleurs.

La quatrième partie de cet ouvrage a pour objet les travaux métallurgiques. Elle se compose de douze chapitres, et comprend les planches 48 à 63. Avant d'entrer dans la description de ces travaux, M. de Villefosse donne une idée de leur état actuel dans le Hartz; il choisit pour exemple l'usine de *Frankenscharn* comme celle qui offre les résultats les plus importans par la quantité considérable de minéral que l'on y traite (100,000 *quintaux, année commune*).

Cette masse énorme de minerai provient de plus de 20 mines différentes, possédées par autant de compagnies distinctes, qui en apportent le produit à cette usine pour y être traité.

Cet établissement d'une usine centrale est, selon l'auteur, d'une très-grande utilité, parce que, 1°. elle permet d'exploiter une mine, telle pauvre qu'elle soit, sans que les exploitans soient obligés de faire des constructions dispendieuses d'usines, de canaux, de magasins de combustibles, etc.

2°. Les différens minerais que l'on y apporte ayant des gangues différentes, on peut, en combinant leur mélange, faciliter le traitement métallurgique.

3°. La marche des travaux est réglée par l'ex-

périence, et ils sont conduits par des directeurs habiles.

Après s'être livré à ces considérations, l'auteur indique la distribution d'une usine et les travaux successifs qu'il faut faire subir au minerai à traiter, et aux différens produits métallifères qui en résultent, afin d'en extraire les métaux qu'ils contiennent. Il insiste sur la manière de faire les essais, comme l'un des points principaux de la base d'un bon traitement, puisqu'il indique les proportions suivant lesquelles on doit mélanger les différens minéraux.

M. de Villefosse, suivant la méthode élémentaire qu'il a adoptée, traite d'abord des machines soufflantes. Il entre dans de grands détails sur leur construction, *rien n'étant plus important qu'une bonne disposition de machines soufflantes, et rien n'ayant été l'objet de plus de recherches*. Il passe en revue, dans les planches 48, 49, 50 et 51, celles que l'on a employées. On voit qu'au soufflet en cuir ont succédé par-tout ceux à parois de bois, à l'exception des endroits où les trompes étaient en usage.

Ces machines, encore très-imparfaites parce qu'elles nécessitaient des réparations fréquentes, un emplacement considérable et une grande déperdition de force motrice, ont été remplacées avec avantage : 1°. Par les soufflets hydrauliques dans lesquels l'air renfermé est chassé par la pression ou par le choc de l'eau, et 2°. par des pistons se mouvant dans des caisses parallélipipédiques ou cylindriques, au moyen d'une roue hydraulique ou d'une machine à vapeur. Ce dernier moyen est une ressource précieuse dans

une usine dépourvue d'eau et située à proximité d'une mine de houille.

L'auteur passe ensuite au grillage qui est la *préparation chimique* des minerais. Il donne, planche 52, la description des différentes méthodes pour griller les minerais et les produits métallifères, suivant que l'on se propose seulement de se débarrasser d'une substance, comme dans le traitement du minerai de plomb et des mattes, ou bien de recueillir en partie la substance vaporisée. Dans ce dernier cas, elle est reçue ou dans des petits récipiens creusés à la surface du tas de grillage, comme pour le soufre à la mine de cuivre de Chessy, ou dans des chambres de vaporisation, comme l'oxide d'arsenic dans les mines de cobalt en Saxe.

Il arrive enfin au traitement métallurgique propre à chaque sorte de minerai. Il ne donne point de préceptes généraux, qui, n'ayant pas été appliqués, ne peuvent souvent servir à aucun usage réel sans de grandes modifications; il fait connaître avec détail un grand nombre d'exemples tirés des usines les plus florissantes.

Le minerai de plomb argentifère et cuivreux étant un des plus importans, M. de Villefosse a consacré plusieurs chapitres de son ouvrage à développer les différens traitemens qu'on lui fait subir, soit en le fondant dans des fourneaux à manche, comme en Saxe ou au Hartz, soit en l'exposant sur le sol d'un fourneau à réverbère, comme en Angleterre et en France.

La méthode exécutée en Saxe et au Hartz, au moyen du fourneau à manche, est la première qu'il décrit. Il expose d'abord (planche 53)

les dimensions des fourneaux et des outils nécessaires à ce travail. Puis il passe à la conduite du fourneau pendant l'opération. Il indique le mélange des minerais, la formation du lit de fusion, etc. Il termine cette description en donnant, pour plusieurs usines, le résumé de toutes les opérations métallurgiques exécutées pendant une année entière, de manière qu'on peut se rendre le compte le plus exact du produit de chaque opération, de sa dépense en combustible, et de sa perte en plomb.

La description des procédés employés en Bohême, en Saxe et en Angleterre, pour retirer l'étain de son minéral, précède le traitement du minerai de cuivre, un des objets les plus remarquables de la métallurgie par la variété des procédés qu'il comprend. M. de Villefosse parcourt successivement ce qui se pratique à cet égard dans plusieurs établissemens célèbres, où les divers minerais de cuivre donnent lieu à divers enchaînemens d'opérations, comme dans le pays de Mansfeld et dans la Hesse. Il indique aussi les procédés employés dans les usines à cuivre de la Hongrie, de la Russie, de l'Angleterre et de la Suède.

Il s'occupe ensuite du fer, le plus utile de tous les métaux, et celui dont les minerais sont répandus avec le plus de profusion et de variété. Quoiqu'il n'entre pas dans son plan de présenter avec détail la description de tous les procédés relatifs aux usines à fer, à cause des nombreux auteurs qui ont traité avant lui cette matière, et qu'il se borne seulement à jeter un coup d'œil général sur leur état actuel, la partie de

son ouvrage qui a rapport à ce sujet, n'en est pas moins intéressante par le grand nombre d'exemples qu'elle renferme.

M. de Villefosse appelle l'attention sur le traitement du minerai de fer à la houille, qui a opéré une importante révolution en Angleterre, en permettant d'établir des usines dans des pays entièrement dépourvus de bois et d'eau.

Le minerai que l'on traite avec le plus d'avantage avec la houille carbonisée, est le fer carbonaté des houillères. Cette admirable réunion de moyens de prospérité qui se prêtent mutuellement une grande valeur dans les dépôts de houille, avait été négligé jusqu'à présent. « Espérons, avec M. de Villefosse, que bientôt » les usines françaises recueilleront les fruits de » cette importante révolution, qui s'est opérée » en plusieurs contrées dans le traitement des » minerais de fer, et dont l'influence s'étend » sur beaucoup d'autres branches de l'industrie. »

Le traitement du mercure suit immédiatement celui du fer. L'auteur décrit les divers procédés qui ont été employés tant à Almaden qu'à Idria. Il donne sur cette dernière mine des détails très-nombreux, et fait connaître les fourneaux de distillation (planche 63) qui ont été construits depuis quelques années. Il expose les avantages, les produits et les dépenses de cette nouvelle méthode, qui, quoique exigeant plus de temps et plus de combustible que l'ancienne, n'est pas exempte d'autres inconvéniens. Les voûtes sont sujettes à des réparations fréquentes et difficiles, les schlicks traités ne sont pas tou-

jours entièrement dépouillés du mercure qu'ils contenaient avant l'opération. Aussi M. de Villefosse ne regarde-t-il pas ce mode comme définitivement adopté.

Le mercure est exploité principalement pour le traitement du minerai d'argent par l'amalgamation. La planche 62 de l'atlas représente l'ensemble de l'usine à amalgamation de *Halsbrücke* près Freyberg, qui est un modèle de distribution. « Ce vaste bâtiment dont la longueur » est de 180 pieds, semble, dit l'auteur, être » un laboratoire naturel dans lequel la matière » passe, pour ainsi dire d'elle-même, de son pre- » mier état au dernier; tant la participation des » ouvriers est habilement épargnée ou dissi- » mulée, tant il règne de régularité, de préci- » sion, d'ensemble et d'aisance dans cette longue » série de combinaisons, de transports, de mou- » vemens et de métamorphoses de la matière. »

Ne voulant pas allonger son atlas et son livre par des objets trop connus ou peu importans, l'auteur se contente d'exposer succinctement les procédés métallurgiques pour le traitement du cobalt, du zinc, de l'antimoine, du bismuth et de l'arsenic.

« L'ouvrage de M. Héron de Villefosse, » malgré son étendue et le grand nombre de » sujets qui y sont traités, ne peut pas, disent » les commissaires de l'Académie, être considéré » comme un livre fait avec d'autres livres. Quoi- » que des ouvrages de ce genre puissent aussi » avoir, par leur plan et par la méthode d'ex- » position des faits qui y sont rassemblés, leur » mérite particulier et une grande utilité, il

» n'en est pas moins vrai qu'un livre composé
» de matériaux inédits, et rassemblés presque
» tous sur les lieux par un homme habile, qui
» a séjourné long-temps sur la plupart des mines
» qu'il décrit, présentés avec ordre, clarté,
» et sur-tout avec tous ces détails qui les rendent
» propres à être employés par les praticiens ; il
» n'en est pas moins vrai, disons-nous, qu'un
» tel ouvrage doit mériter à son auteur des
» éloges, et un degré de considération d'une
» toute autre valeur. Ce n'est l'ouvrage ni d'un
» amateur, ni d'un compilateur; c'est celui
» d'un savant de profession qui, au lieu de s'oc-
» cuper d'une science en particulier, s'est at-
» taché à appliquer ses nombreuses connais-
» sances à l'art important qui fournit aux autres
» presque tous leurs instrumens et leurs ma-
» tières premières. »

NOTICE

Sur plusieurs soufflets en cuir, à vent continu (1);

Par M. MADELAINE, Capitaine d'artillerie.

ARTICLE Ier.

Soufflets ordinaires.

L'intensité de chaleur qu'on obtient avec les soufflets de ce genre, varie entre des limites très-éloignées : ils servent à forger depuis les plus petits clous jusqu'aux plus grosses enclumes de 120 kilog.; ils sont même employés pour les fourneaux à manche.... etc. Quoiqu'on augmente leur puissance, en leur donnant de plus grandes dimensions, cependant on peut trouver à les modifier de manière qu'ils produisent un grand effet sous un moindre volume, que la chaufferie soit meilleure, qu'il y ait économie de temps, de combustibles, etc.

Soufflet (L). *Fig.* 1re. *et* 2e. Pl. IV.

Ce soufflet a été proposé comme réunissant plusieurs des avantages ci-dessus : il ne diffère des soufflets ordinaires que par la culotte qui est ici divisée en deux parties séparées au milieu par un intervalle de 4 pouces. Le levier (*ab*) dont le point d'appui est en (*o*), communique un mouvement en sens inverse à chacune des ailes (*d*) (1); les poches (D) (E) fournissent ainsi de l'air au réservoir (C) dans des instans plus rap-

(1) Extrait d'un mémoire sur les machines soufflantes propres au service de l'artillerie.

prochés. — On peut remarquer : 1°. que la masse d'air qui entre à chaque aspiration partielle, n'étant pas la moitié de celle qui entrerait dans un soufflet ordinaire de mêmes dimensions, ce n'est qu'en accélérant le mouvement de la branloire que l'on peut faire passer un plus grand volume d'air à travers le nouveau soufflet; 2°. que si l'on obtient avec ce dernier un courant uniforme (reconnu avantageux sur-tout pour les petits feux), on peut en approcher avec le soufflet ordinaire en mettant simplement sur son derrière une charge qui conserve à l'air dans le réservoir, au moins une pression donnée; 3°. enfin que ce nouveau soufflet coûtant davantage, étant plus sujet à des réparations, étant d'un service plus fatigant, ses avantages ne l'emportent pas assez sur ses inconvéniens pour qu'on puisse le préférer au soufflet ordinaire.

Soufflet (R). *Fig.* 3e. *et* 4e. (1)

C'est à un ouvrier mécanicien de Rennes (Rabier), qu'on doit l'invention de ce soufflet. Sa machine est composée de trois parties A, B, C, séparées par deux diaphragmes (*b*) et (*c*), dont l'un (*b*) est mobile autour d'une charnière en (*o*); les fûts (*a*) et (*c*) sont fixes. — Les poches A, B, communiquent 1°. avec l'air extérieur, chacune au moyen de deux soupapes (*m*,*m*'), (*n*,*n*'); c'est dans l'épaisseur de la planche (*b*) que les communications de (*n*,*n*') sont pratiquées; 2°. avec le réservoir (C), au moyen des soupapes (*p*,*p*') (*q*,*q*'). Ainsi, par le mouvement du diaphragme (*b*), l'air étant comprimé

(1) L'inventeur a demandé un brevet d'invention pour ce soufflet.

dans l'une des deux poches, par exemple dans celle de (A), en même temps qu'il est raréfié dans l'autre (B), les deux soupapes accouplées (m),m') sont fermées, tandis que celles (n n') sont ouvertes; (q,q') fermées et (p,p') ouvertes; pour le mouvement rétrograde du diaphragme, il est facile de voir que ce serait le contraire. Le fût supérieur (e) est d'ailleurs mobile comme dans les soufflets ordinaires.

L'inventeur a pratiqué dans ce fût (e) des ouvertures qu'il ferme à volonté au moyen d'une coulisse; il dispose ainsi de la pression de l'air dans le réservoir sans gêner le souffleur.

Le soufflet (R) est supérieur au soufflet (L) sous le rapport de l'entretien de la machine, de la facilité du service et de l'effet produit. Il l'emporte sur le soufflet ordinaire parce que, comme machine à double effet, il fournit une quantité d'air double, les dimensions des machines et la vitesse de la branloire étant égales de part et d'autre. — On lui reproche quelques inconvéniens, tels que le grand nombre de soupapes; la mauvaise disposition de celles sur le devant (p, p'), l'emploi d'un contre-poids plus fort, etc.

Soufflet (M), *Fig.* 5e. et 6e.

Les avantages dont paraîtrait jouir ce soufflet, qui se rapproche beaucoup du soufflet (R), peuvent être considérés sous deux points de vue: 1°. sous le rapport de la simplicité et de la solidité de la machine; 2°. sous le rapport de l'effet à produire. — 1°. Le réservoir étant sur le devant en (C), le fût inférieur (a) et celui supérieur (c) étant fixes, le diaphragme

seul (*b*) est mobile ; la machine forme un système plus uni, plus solide ; elle est d'ailleurs d'une construction très-simple, la surface du cuir est moindre, le soufflet moins élevé ; en laissant des rebords aux planches de recouvrement (a', c',) on peut très-aisément l'encaisser pour les *forges mobiles*; on n'a plus à s'occuper de le tenir au bandé quand il ne fonctionne pas. 2°. D'après le jeu de la machine, l'air, en entrant dans les poches A, B, au lieu d'être ballotté pour arriver jusqu'à la buse, fait moins de coudes, n'a point de retour d'équerre, ne donne point lieu à des remous comme dans le cas du soufflet (R); il suit même une direction plus rectiligne que pour les soufflets ordinaires ; d'où il résulte que la machine doit moins fatiguer et exiger un moindre contre-poids; de plus, l'espace S où l'air fait matelas (*fig.* 3) n'existe plus ici. L'instant pendant lequel les deux soupapes de la tête (*p*) et (*q*) seront en même temps fermées, doit être très-petit (1): pour rendre le vent encore plus uniforme, on pourrait faire le dessus du réservoir (C) mobile ; mais il est plus simple d'adapter aux deux parois latérales des surfaces concaves en cuir unies l'une à l'autre par un ressort à boudin ou en spirale qui, au repos, maintiendra sans effort les surfaces dans leur concavité ; alors on conçoit que, par le jeu du soufflet, la pression de l'air dans le réservoir devenant plus grande, fera tendre le ressort, repoussera les parois, et que, par ce moyen, l'air conservera à-peu-près son degré de densité.

---

(1) Les soupapes (*p*, *q*) peuvent avoir plus d'équarrissage que les autres (*m*, *n*).

Les *fig.* 5 et 6 représentent le soufflet (M) disposé pour être placé sur une voiture; mais pour les forges permanentes on supprimera les planches de recouvrement a', c', et l'on pourra même faire le réservoir plus grand, si l'on tient à avoir un vent très-uniforme. — Si le soufflet (R) offre sur celui-ci quelque avantage, c'est de pouvoir être plus court seulement de quelques pouces; car dans le soufflet (R) toute la distance que comprend la largeur des soupapes ($p\,p'$) (*fig.* 4) est aussi aux dépens de l'effet de la machine.

Soufflet à plusieurs vents. (*Fig.* 7e.)

Le réservoir étant transporté sur le devant du soufflet (M), dès-lors on peut multiplier le nombre des courans par la simple disposition de la *fig.* 7. Les deux diaphragmes (b) (d) seuls sont mobiles, etc. On obtiendra ainsi un soufflet à 4, 6, 8 courans d'air, aboutissant tous à un même réservoir (dans la *fig.* 7 il n'y en a que 4); alors il serait possible de combiner le mouvement des diaphragmes mobiles (b) (d), de manière qu'il entrât toujours de l'air dans le réservoir. Ce moyen paraîtrait satisfaire à la question : *trouver une machine soufflante qui donne un vent uniforme sans exiger un régulateur de grande dimension.*

ARTICLE II.

Discussion sur les proportions des diverses parties d'un soufflet.

Contre-poids. — Celui du soufflet ordinaire étant indépendant de la pression de l'air dans le réservoir, on peut, sans augmenter le contre-poids, mettre une charge sur le derrière du soufflet pour obtenir dans le réservoir une pres-

sion à-peu-près constante. — Mais pour les soufflets (R) et (M), le diaphragme (*b*), lorsqu'il descend, a de plus à comprimer l'air dans la poche inférieure A, afin de forcer les soupapes *p p'* à s'ouvrir malgré la pression de l'air dans le réservoir (C); pour les machines à double effet, il doit exister par conséquent un rapport entre le contre-poids et le poids représentant la pression de l'air en (C); il faut que ce rapport soit tel que le diaphragme, livré à lui-même, descende promptement; car la quantité d'air qui entrera dans un temps donné dépend de cette vitesse; cependant le contre-poids ne doit pas être trop pesant, parce qu'il y aurait perte de force motrice.

Le *réservoir* sert à deux fins : 1°. à empêcher la rentrée de l'air par la buse pendant les aspirations; 2°. à régler le vent. Quel que soit le volume de cette partie du soufflet, la première condition sera toujours remplie; mais pour la seconde, on exige ordinairement un volume d'autant plus grand pour le réservoir, que l'on veut plus approcher de l'uniformité du courant: cependant il faut remarquer que lorsque les intervalles entre les aspirations ne sont pas considérables, alors avec une charge sur le soufflet on peut, jusqu'à un certain point, suppléer à la capacité du réservoir; car cette charge remplit l'effet dû à l'expansibilité de l'air, en maintenant une pression à-peu-près constante en (C). Or pour les soufflets M R dont les aspirations sont doubles, le temps d'interruption étant très-court, on doit, par cette raison, avoir moins besoin d'un grand réservoir; on serait encore autorisé à le prendre plus petit, si l'on mettait sur le derrière du soufflet une charge permanente qui

obligeât l'air du réservoir à avoir toujours au moins une pression donnée.

Soupapes. — Elles ne doivent pas lever beaucoup le nez, afin que l'air introduit ne puisse pas être repoussé dehors, lorsque le mouvement rétrograde du diaphragme commence, et pour que la pression au-dessus des soupapes ait tout son effet pour les faire retomber. Cependant, afin que l'air puisse entrer avec facilité, il faut une ouverture convenable; mais, ne pouvant étendre celle-ci dans le sens de la hauteur, il faut donner plus de développement à l'entrée; il doit donc être avantageux de faire les soupapes oblongues, c'est-à-dire plus longues que larges (1), et de choisir le plus grand côté pour charnières.

Une seule soupape semble préférable à deux plus petites : 1°. parce que la pression de l'air sur les soupapes étant en raison de la densité du fluide et *de la surface pressée*, plus celle-ci sera grande, plus l'effort exercé au-dessous par l'air atmosphérique sera considérable, quoique la surface supérieure ait aussi bien augmenté; il en est dans ce cas comme de celui de deux hommes d'inégale force placés aux deux bouts d'un levier *ab*, *fig.* 10 : si l'on ajoute une même longueur de part et d'autre, ce sera toujours à l'avantage de l'homme le plus fort; ainsi de plus

(1) En prenant les soupapes oblongues plutôt que carrées, l'air extérieur agit à la vérité avec moins de force, puisque la surface pressée est plus petite, mais d'un autre côté elles risquent moins de se voiler, et leur poids portant sur la charnière exerce une moindre résistance (la plus grande densité que puisse atteindre l'air dans les poches A et B, est égale à celle de l'air atmosphérique, moins le poids *sensible* des soupapes). De là on peut conclure que, quoique les soupapes doivent être oblongues, on ne doit cependant pas trop les rétrécir.

grandes soupapes se leveront et baisseront plus vite. 2°. Si l'air intérieur en A et B s'oppose à la levée des soupapes, c'est aussi en raison de leur surface supérieure; par conséquent, plus elles auront de *recouvrement*, plus l'air intérieur, avec la même densité, agira avec force. Sous ce rapport, il est donc avantageux, en général, de donner le moins de recouvrement possible à toutes les soupapes, et par conséquent de préférer une seule soupape à deux plus petites, parce que la première aura moins de recouvrement développé.

La grandeur des soupapes doit être limitée soit en raison de leur poids, soit à cause de la crainte qu'en les prenant de trop grandes dimensions, elles ne soient sujettes à se voiler.

Quant à *la disposition* des soupapes, il est évident que leur plus grand côté doit être dans le sens de largeur du soufflet, et leur ouverture tournée vers la tête.

Pour leur *emplacement*, elles seraient convenablement au milieu, s'il s'agissait d'un soufflet cylindrique à piston; mais comme le diaphragme se meut ici autour d'une charnière, et que l'espace qu'il parcourt est d'autant plus grand que le point que l'on considère est plus éloigné du centre de rotation, il faut mettre les soupapes à peu de distance de l'extrémité du soufflet, parce qu'il y est plus large et que la course du diaphragme y est plus grande.

Les *orifices* de la buse doivent être grands autant que possible, surtout celui dans le muffle; car plus ils seraient petits, plus l'air, éprouvant de difficulté à passer, serait comprimé dans le réservoir, plus il faudrait un grand contre-poids,

et par conséquent de dépense en force motrice. On peut y gagner pour l'uniformité du courant, lorsque le réservoir est spacieux, à cause de l'expansibilité de l'air ; mais si le fût supérieur (*e*) est mobile, il vaut mieux le charger sur le derrière, parce que ce fût pouvant au moins céder en s'élevant, le soufflet et le souffleur fatiguent moins, et que la quantité d'air qu'on pourra faire entrer sera même plus grande.

Tuyère.—S'il est convenable de gêner le moins possible le passage de l'air à travers le soufflet jusqu'à la tuyère, on doit apporter la plus grande attention à bien régler l'orifice de celle-ci ; car lorsqu'il est trop grand, il y a plus grande consommation de combustibles, sans élévation de température ; s'il est trop petit, la quantité d'air qui peut passer est trop restreinte ; il y a perte de force motrice, et la vitesse du courant devient même plus petite (1). Il est donc un orifice intermédiaire donnant la vitesse maximum ; cet orifice doit dépendre d'ailleurs de la pression de l'air dans le réservoir, et par conséquent de la puissance de la machine. Ainsi la tuyère évasée d'un côté pour recevoir la buse, doit avoir de l'autre un orifice déterminé d'après la puissance de la machine, ou d'après l'effet à produire ; car on peut aussi employer avec économie de combustibles des soufflets de puissance supérieure, en diminuant convenablement l'orifice de la tuyère.

Poches (A, B).—On peut concevoir un soufflet tel que celui (*fig.* 8) assez mal organisé pour qu'il n'entre pas même de l'air par le mouve-

---

(1) Quelques forgerons, pour avoir un petit feu, rétrécissent l'orifice de leur tuyère au moyen de rondelles, etc.

ment du fût (*a*). Puisque l'air, qui peut rester dans les poches A, B, fait matelas et devient très-nuisible, il est important qu'à chaque levée le diaphragme (*b*) parcoure toute sa course, et de plus que l'espace intérieur près de la tête du soufflet soit le plus petit possible, afin que la plus grande partie de l'air des poches soit chaque fois chassée dans le réservoir.

Comme c'est sur le derrière que le diaphragme décrit le plus grand arc, c'est cette partie qu'on doit prendre la plus large; ainsi, au lieu de la terminer en arc aussi concave (*fig.* 4), il serait bien préférable de le faire par une ligne droite (*fig.* 6), en arrondissant cependant les angles pour que les plis ne coupent pas le cuir (1).

Longueur et largeur du soufflet. — Il doit exister un rapport entre ces dimensions, tel que la machine produise le plus grand effet sous un volume donné : les augmentations en largeur doivent suivre une progression arithmétique croissante plus grande que pour la longueur; car la puissance de la machine se mesure ordinairement par la largeur même du soufflet; le diaphragme mobile traverse plus

---

(1) Le souffleur ne faisant pas parcourir au diaphragme toute sa course, le plus souvent la moitié de l'air reste dans les poches, et par sa dilatation empêche l'air extérieur d'entrer, tandis que pour les soufflets à piston le mouvement est réglé de manière que le piston descende toujours jusqu'au fond. On fait disparaître l'inconvénient ci-dessus ou en faisant décrire à la branloire un plus grand arc, ou en allongeant son petit bras; par ces moyens le forgeron a l'avantage d'employer son soufflet pour toutes sortes de travaux. Les grandes machines soufflantes devant, au contraire, produire toujours le même effet, sont aussi mieux appropriées à leur destination, et ce serait méconnaître celle-ci que de vouloir les adopter pour les petits feux de forge.

d'espace, déplace beaucoup plus d'air dans le cas où le soufflet est large, que lorsqu'il est étroit et plus long, en supposant, bien entendu, que la hauteur reste la même. On est obligé de diminuer la largeur des soufflets en cuir en avançant vers la tête, à cause du prisme d'air qui fait matelas dans l'intérieur; mais en remplissant en grande partie ce vide, ce qu'on ferait pour M, R en augmentant l'épaisseur des fûts fixes (*a*) (*c*), et laissant sur les bords des logemens pour les plis du cuir, il semble qu'on pourrait conserver une plus grande largeur pour la tête du soufflet, à laquelle on adapterait alors une buse elliptique.

Détails. — Tout ce qui tend à diminuer la force motrice demandée, ne doit pas être négligé; c'est pourquoi, d'après la manière d'agir des fluides, on trouvera avantageux d'adoucir, autant que possible, les saillies des ouvertures de soupapes et de la buse, parce que les arêtes vives empêchent l'air de suivre une direction rectiligne, qu'elles donnent lieu à des tourbillons; on devra tenir aussi à ce que le mouvement des soupapes, autour de leurs charnières, ne soit point gêné, etc., etc.

ARTICLE III.

Considérations sur le choix des machines soufflantes.

Jusqu'à présent les forgerons ont continué à se servir de soufflets en cuir, parce que ces machines fournissent un vent suffisant pour les chaudes qu'ils ont à donner, parce qu'elles sont très-faciles à réparer, qu'elles sont même (dans de petites dimensions) moins sujettes aux réparations, que ne le seraient des soufflets cy-

lindriques et ceux en bois ; elles exigent moins de précautions dans les transports, moins de soins, d'entretien, lorsqu'elles sont en place ; enfin elles sont moins coûteuses. Tous ces avantages diminuent, à la vérité, à mesure qu'on considère des soufflets devant produire des effets plus grands et *déterminés*, au point que les soufflets à piston l'emporteraient de beaucoup, lorsqu'il s'agirait d'établir des réservoirs d'air pour alimenter les feux de plusieurs forges, comme on peut le faire dans de grands établissemens, tels qu'arsenaux, manufactures d'armes, etc.

Il semble qu'on pourrait, avec quelque avantage, employer pour les fourneaux à manche le soufflet (M) construit dans de plus grandes dimensions, même en conservant ses parois en cuir (1). Au reste, pour faire un choix entre les différens soufflets en cuir, en bois, et les soufflets à piston, et pour leur donner les dimensions les plus convenables, on doit étudier la manière dont on les emploiera, et comparer l'effet qu'ils peuvent produire avec la force dont on peut disposer. En général, toutes les machines portent avec elles une empreinte, un caractère qu'il faut savoir distinguer, pour pouvoir en tirer le meilleur parti suivant les différentes circonstances.

---

(1) Il serait peut-être possible de le faire entièrement en bois, et par conséquent à parois inflexibles, pour le service des hauts-fourneaux, etc. ; on rendrait la caisse (*fghi*) mobile autour des charnières (*o*) (*fig.* 9), en laissant fixe le diaphragme (*b*) et en transportant la soupape (*q*) en (*q'*). Comparé aux soufflets en bois employés pour les affineries, etc., le soufflet M produirait ainsi un effet double, les frottemens restant les mêmes de part et d'autre. La machine serait maintenue sur le billot (*k*) au moyen de deux fortes brides, et deux boulons assembleraient les parties supérieure et inférieure de la tête séparées par la languette du diaphragme.

CONSIDÉRATIONS

Sur la place que doivent occuper les roches granitoïdes du Montblanc et d'autres cimes centrales des Alpes, dans l'ordre d'antériorité des terrains primitifs;

PAR M. BROCHANT DE VILLIERS.

Lu à l'Académie royale des Sciences, le 27 mai 1816.

ON donnait autrefois le nom de *granite* à toutes les roches mélangées composées de minéraux cristallins. Saussure l'a employé assez souvent dans ses ouvrages sous cette acception générale.

Les Hautes-Alpes du Montblanc et du Saint-Bernard, ayant été beaucoup plus visitées que d'autres parties de la même chaîne, on y a indiqué des *granites*, et ils sont cités dans tous les ouvrages de géologie.

Depuis environ quinze ans que les minéralogistes se sont accordés à restreindre l'acception du mot *granite*, et à ne plus donner ce nom qu'aux roches composées de feldspath, quarz et mica, à l'état cristallin et non schisteuses, beaucoup d'autres roches qui étaient autrefois confondues avec elles en ont été éloignées.

Cependant, on a continué assez généralement de reconnaître des *granites* dans plusieurs endroits de la chaîne des Alpes, et notamment dans l'énorme massif dont le Montblanc est le centre et la cime la plus élevée. La roche qui y est la plus abondante, a été et est encore appelée assez généralement *granite*.

Les géologues avaient, il est vrai, observé que cette roche granitoïde du Montblanc présentait plusieurs caractères qui la faisaient différer

sensiblement des *granites* reconnus dans les autres chaînes. On avait remarqué qu'elle contenait du talc au lieu de mica, qu'elle avait une disposition très-fréquente à la texture schisteuse, et qu'elle la prenait quelquefois.

Aussi plusieurs savans ont ils jugé devoir décrire cette roche séparément, mais toujours comme une variété de *granite*. M. Jurine seul a été plus loin, et lui a donné une autre dénomination, celle de *protogyne*, à cause des différences qui la distinguent des vrais *granites* (1). M. Brongniart l'a désignée sous ce nom dans sa classification des roches.

Sans doute le plus grand nombre des géologues n'aura pas jugé cette distinction et cette dénomination nécessaires, puisqu'ils ne les ont pas adoptées.

J'avais, depuis long-temps, remarqué ces anomalies *de la roche granitoïde du Montblanc*, et elles m'ont frappé bien davantage lorsque j'ai commencé à rechercher dans les Alpes les caractères des différentes formations, tels qu'on les a reconnus avec assez de constance dans plusieurs contrées très-éloignées l'une de l'autre (2).

---

(1) On verra bientôt que cette roche est loin de mériter un nom qui désigne une antériorité sur toutes les roches primitives.

(2) Qu'on me permette d'observer en passant qu'il est assez extraordinaire que nous n'ayons pas encore une description géologique satisfaisante des différentes formations ou terrains *primitifs* des Alpes, quoiqu'elles aient été visitées tant de fois et par d'habiles minéralogistes. Cela tient sans doute à ce que la grande élévation de cette chaîne, ses immenses glaciers, ses escarpemens, y rendent les déterminations géologiques bien plus difficiles que dans des chaînes plus basses. Je suis loin de me croire encore en état de résoudre complétement ce problème difficile; cependant les faits que je vais exposer pourront peut-être y jeter quelque lumière.

Outre la présence du talc chlorite au lieu du mica, et la disposition schisteuse de cette roche, j'avais observé que le quarz y était disséminé d'une manière particulière, et qu'il y manquait assez souvent.

Une autre circonstance m'étonnait beaucoup; c'était de voir, parmi les débris provenant de la masse même du Montblanc, la roche granitoïde associée à plusieurs autres roches souvent extrêmement schisteuses, et la plupart talqueuses; on y rencontre jusqu'à des serpentines et des masses d'actinote, substance presque uniquement affectée à ce genre de terrain. Les vrais granites des autres contrées sont, au contraire, presque sans mélange, sans aucune roche subordonnée, et ils n'ont jamais, ou presque jamais, une tendance à la texture schisteuse. Enfin le granite qui forme des masses si considérables dans d'autres chaînes me paraissait bien peu abondant et bien morcelé dans les Alpes. Sans doute il y a des chaînes de montagnes sans granite; mais d'après les analogies, il est extraordinaire que le vrai granite puisse se montrer dans une chaîne si élevée sans y occuper un plus vaste espace, ou du moins sans y paraître plus fréquemment.

Toutes ces irrégularités plusieurs fois vérifiées, jointes à d'autres rapprochemens, m'avaient porté à soupçonner, comme je l'ai énoncé dans un autre mémoire (*Journal des Mines*, n°. 137), que les granites et les autres terrains primitifs des Alpes, du moins depuis le Mont-Cénis jusqu'au Saint-Gothard, paraissaient moins anciens que les autres terrains primitifs; conjecture qui a été partagée par M. de Buch.

Sans avoir intention d'attaquer aujourd'hui

d'une manière plus positive la primordialité des terrains des Alpes en général, j'oserai entreprendre non-seulement de confirmer par de nouvelles considérations les doutes déjà élevés sur la roche granitoïde du Montblanc, mais de faire voir que ce n'est pas un véritable granite, ni minéralogiquement, ni géologiquement, et que sous ces deux rapports il paraît se lier, par différens passages, à une roche talqueuse qui est très-répandue dans les Alpes.

Si je ne parviens pas à convaincre entièrement les naturalistes de ce rapprochement, j'espère au moins qu'ils reconnaîtront qu'il explique très-bien les irrégularités géologiques que présente la roche granitoïde du Montblanc, comparée avec les vrais granites d'autres contrées.

La roche talqueuse dans laquelle j'ai reconnu des rapports avec le granite du Montblanc, pourrait être appelée *talc* ou *chlorite schistoïde feldspathique*, ou, pour ne pas trop m'écarter des différens noms sous lesquels on a désigné plusieurs de ses variétés, *schiste talqueux* (*ou chloriteux*) *feldspathique*. Voici dans quelle association géologique elle se rencontre.

On sait combien le talc et les roches talqueuses sont abondans dans les Alpes; les schistes micacés qu'on y trouve aussi fréquemment, et dans les mêmes associations, présentent des passages continuels du mica au talc, du schiste micacé au schiste talqueux, et jusqu'au schiste vert appelé *chlorite schistoïde*. On peut même dire que le talc, et en général les roches talqueuses, se rencontrent beaucoup plus souvent que le mica et les roches micacées. Les calcaires micacés sont bien plus rares que les calcaires talqueux; et cette prédominance du talc est sur-tout plus

grande du côté de l'Italie, quoiqu'on l'observe aussi sur l'autre pente de la chaîne.

Presque tous ces schistes micacés ou talqueux sont verts et d'un vert analogue à celui de la chlorite. On n'y voit que rarement des lames distinctes de mica ou de talc; ils présentent des surfaces plus ou moins luisantes, qui ont fréquemment un tissu un peu fibreux.

Parmi ces roches, auxquelles on serait fondé à donner seulement le nom générique de *schistes talqueux*, puisque la plus grande partie sont réellement talqueuses, et que l'on voit si fréquemment des passages du talc au mica dans le même bloc, il en est qui sont mélangées de cristaux de feldspath, et ce sont ces roches composées, que j'appelle, comme je l'ai déjà indiqué, *schistes talqueux feldspathiques*.

Ils sont très-fréquens dans les Alpes; je les ai observés dans la Savoie, dans le Valais et dans la vallée d'Aoste, en un grand nombre d'endroits; c'est sur-tout aux environs du Mont-Cervin qu'ils sont le plus abondans; je les ai retrouvés depuis parmi les roches provenant de la Corse.

Il est impossible que ces schistes talqueux feldspathiques aient échappé aux nombreux géologues qui ont visité ces contrées; cependant il ne paraît pas qu'ils soient très-répandus dans les collections; on ne voit pas non plus qu'ils aient été indiqués séparément dans les descriptions géologiques des divers terrains, ni dans les classifications de roches; ils ont été sans doute compris en partie avec les gneiss, en partie avec les schistes micacés, en partie avec les chlorites schistoïdes. M. Brongniart en a décrit une variété sous le nom de gneiss porphyroïde.

Je pense néanmoins que cette roche mérite

d'être considérée à part, au moins géologiquement, soit parce qu'elle se rencontre fréquemment, soit en raison de la constance que l'on observe dans ses caractères principaux.

Je vais essayer de les indiquer, et je ferai voir les passages qui lient entre elles les différentes variétés.

Description des schistes talqueux feldspathiques des Alpes en général.

La base principale et dominante de cette roche est un talc schisteux, ordinairement d'un vert entre le vert-poireau et le vert-pré, analogue à celui de la chlorite, comme je l'ai déjà dit pour les schistes talqueux en général.

Le tissu est presque toujours un peu fibreux, et la cassure schisteuse; mais les feuillets ne sont presque jamais aussi minces que dans les véritables schistes micacés.

Le feldspath y est disséminé uniformément en cristaux plus ordinairement d'un millimètre de longueur, quelquefois de 2 à 3 centimètres dans les variétés qui ressemblent à des gneiss (roche de Cevin en Tarentaise), quelquefois aussi très-petits et à peine discernables; on aperçoit seulement de petits points blancs à la surface, ou plutôt sur les tranches de la roche, et on n'y reconnaît le feldspath que par des passages que l'on rencontre dans le même bloc à d'autres variétés où les cristaux sont visibles.

Le quarz y existe assez rarement, et le plus souvent il paraît manquer entièrement; lorsqu'il est visible, il est disséminé très-irrégulièrement par petits grains groupés.

L'amphibole ne s'y montre point; du moins on n'y rencontre point des prismes ou aiguilles lamelleuses de cette substance; mais il est bien certain qu'elle y est quelquefois mélangée in-

timement. On voit des roches décidément amphiboliques associées dans la même masse avec le schiste talqueux feldspathique, et l'on peut suivre les passages insensibles entre ces deux roches.

Ces passages, et plusieurs autres, donnent lieu de conjecturer que c'est tantôt à un mélange intime d'amphibole, tantôt à un mélange intime de quarz, et peut-être aussi du feldspath lui-même, qu'on doit attribuer les différences de dureté et de ténacité que l'on observe entre les diverses variétés de cette roche.

Il en est qui sont très-difficiles à casser, et en même temps assez dures : ce sont celles qui avoisinent les roches amphiboliques; d'autres sont faciles à casser et sont fort dures, elles contiennent des grains et des veines de quarz; d'autres enfin sont assez tenaces, parce qu'elles reçoivent l'empreinte du marteau sans se briser, et sont en même temps fort tendres, au point de se laisser rayer et couper au couteau, comme les roches talqueuses, et principalement comme la chlorite schistoïde, dont en effet ces dernières variétés ne diffèrent que par la présence du feldspath.

D'après cet aperçu des caractères de ces *schistes talqueux feldspathiques,* il semblerait que l'on réunit sous ce nom des roches très-différentes l'une de l'autre; quand on les observe en place, on est invinciblement conduit à ce rapprochement. Sans doute en les considérant dans les collections on remarque des variétés qui sont en apparence assez distinctes, qu'il peut même être utile de décrire à part, quoique composées des mêmes minéraux ; mais ces différences minéralogiques perdent la plus grande partie de

leur importance lorsqu'elles ne sont pas jointes à des différences géologiques, et sur-tout lorsqu'on voit au contraire sur la nature et souvent en un même massif des passages insensibles très-fréquens d'une de ces roches à l'autre.

J'ai déjà indiqué les lieux où j'ai observé *ces schistes talqueux feldspathiques;* que l'on parcoure les hautes vallées des Alpes, depuis le Montrose jusqu'au Saint-Bernard et au Montblanc, même en partie jusqu'au Mont-Cénis, et sans doute aussi hors de ces limites, on reconnaîtra d'abord la grande prédominance des roches talqueuses, que j'ai déjà citées; et dans les lieux où elles sont les mieux caractérisées et les plus abondantes, on trouvera des *serpentines* pures ou mélangées de calcaire, de *roches amphiboliques* à grains fins, des *calcaires* plus ou moins saccharoïdes, des *chlorites schistoïdes* souvent mélangées de fer oxidulé, enfin les roches que j'ai désignées sous le nom de *schistes talqueux*, et au milieu de ces deux dernières roches les différentes variétés des *schistes talqueux feldspathiques* que je viens de décrire, qui tantôt y forment des couches subordonnées distinctes, tantôt sont liées avec elles par des passages insensibles.

Revenons maintenant à la *roche granitoïde du Montblanc.*

Elle a, comme nos schistes talqueux feldspathiques, pour parties constituantes principales le feldspath et le talc. Le talc y est le plus souvent d'un vert foncé et de la même teinte de vert qui est ordinaire à la chlorite; il y forme de petites veines qui ont un tissu toujours un peu fibreux. La roche a constamment une tendance plus ou moins grande à la texture schisteuse; elle devient même quelquefois décidément feuil-

letée, et ce qui est assez remarquable, les échantillons recueillis à la cime du Montblanc présentent ce caractère. Il n'y a de différence que dans un rapport inverse entre les parties composantes. Dans les roches granitoïdes c'est le feldspath qui domine; dans les roches schisteuses c'est le talc. Mais cette différence dans les proportions, qui est très-grande pour le minéralogiste, ne devient essentielle pour le géologue (comme je l'ai dit plus haut), que lorsqu'elle est jointe à des différences de gisement, de formation et autres, comme entre le grunstein et la siénite (1).

Cependant on trouve aussi du quarz dans la roche *granitoïde du Montblanc;* mais je rappellerai d'abord qu'il se rencontre quelquefois dans les schistes *talqueux feldspathiques.* Il y est rare à la vérité; mais il n'est rien moins que constant dans la roche granitoïde du Montblanc, et il s'y présente plutôt par nœuds ou petits rognons, épars, ou groupés irrégulièrement, que par grains cristallisés répandus uniformément dans la masse, comme on le voit constamment dans les véritables granites des terrains de ce nom. Il y a même des variétés où il manque tout-à-fait, et elles sont assez nombreuses.

Les deux différences minéralogiques que j'ai indiquées ne peuvent donc influer sur la détermination de l'idée géologique que l'on doit prendre des roches granitoïdes du Montblanc,

(1) J'ai cité cet exemple parce qu'il est plus connu. Cependant on peut objecter, avec raison, que ces deux roches se trouvent quelquefois réunies dans le même terrain; mais il n'en est pas moins vrai que chacune d'elles imprime des caractères particuliers aux terrains où elle domine.

tandis qu'au contraire les rapports déjà établis entre cette roche et les schistes talqueux feldspathiques, font déjà présumer que ce sont deux produits d'un même dépôt dans l'un desquels la cristallisation aura été plus prononcée que dans l'autre.

Qu'on ajoute maintenant à ces caractères minéralogiques les indications géologiques que j'ai déjà données. Qu'on se rappelle que les mêmes rochers du Monblanc qui nous ont fourni ces roches granitoïdes présentent aussi beaucoup de roches décidément schisteuses, presque toutes mélangées de talc, et même complétement talqueuses, puisqu'on y rencontre des serpentines très-analogues aux autres roches de ce genre qui existent en grandes masses dans les Alpes; enfin des roches amphiboliques, des actinotes, etc., on ne pourra s'empêcher de reconnaître une analogie frappante entre cette association et celle que j'ai fait voir être ordinaire aux terrains talqueux proprement dits, tandis qu'au contraire cette réunion de roches n'a pas encore été observée dans les véritables granites, dans les terrains de granites bien constatés.

Enfin pour compléter ces rapprochemens, notre schiste talqueux feldspathique existe au milieu même des roches granitoïdes du Montblanc; je l'y ai observé en plusieurs endroits, et notamment auprès du glacier du Talefre; ce schiste talqueux rentre tout-à-fait dans ce qu'on appelle la chlorite schistoïde; il en a tous les caractères; il est même mélangé de fer oxidulé, mais il contient en outre des cristaux de feldspath parfaitement déterminés (1).

(1) On rencontre assez souvent, sur les pentes du Mont-

Ce dernier exemple me paraît mettre l'identité de formation autant hors de doute que l'identité de composition.

On est donc conduit à reconnaître que *les roches granitoïdes du Montblanc ne peuvent plus être regardées comme des granites*, non-seulement suivant l'acception minéralogique que l'on donne aujourd'hui à cette dénomination, mais aussi suivant l'acception géologique ; ce sont plutôt des variétés extrêmes de ces *schistes talqueux feldspathiques* que j'ai décrits, roches qui font partie des *terrains talqueux* des Alpes ; la masse granitoïde du Montblanc, considérée géologiquement, paraît donc devoir être rapportée à ces terrains talqueux des Alpes.

J'indique ces terrains sous le nom de *terrains talqueux*, et non sous celui de terrains de serpentine, parce que je ne crois pas qu'on puisse, sous plusieurs rapports, les identifier avec les terrains de serpentine observés ailleurs.

Ce qui me paraît constant, c'est qu'ils ont des différences très-grandes qui les séparent des granites, et d'après les rapports qu'ils ont avec les terrains de serpentine, on est fondé à présumer qu'ils ne sont pas des plus anciens parmi les primitifs. Mais jusqu'à ce qu'on ait observé d'une manière positive leur jonction avec des terrains bien essentiellement différens, on ne pourra assigner définitivement leur époque d'antériorité.

Sans doute aussi on pourra être forcé de faire

---

blanc, des fragmens de rochers dont la moitié est de chlorite schistoïde, et l'autre une roche granitoïde. Il en existe dans la collection de M. de Drée un très-bel échantillon qui provient de Dolomieu.

des coupures au milieu de ce terrain, de considérer séparément quelques membres de cette formation; mais nous n'avons pas encore assez d'observations pour établir ces subdivisions.

Extension à d'autres granites des Alpes.

Je n'ai parlé que des roches du Montblanc; mais j'aurais pu étendre mes conclusions à beaucoup d'autres roches granitoïdes des Hautes-Alpes, qui ont presque toujours une grande analogie avec celles du Montblanc, de l'aveu de tous les observateurs; celles que j'ai vues au Saint-Bernard s'y rapportent tout-à-fait; il en est de même de plusieurs autres des montagnes qui suivent celle-ci en remontant jusqu'auprès du Montrose.

Ce rapprochement d'un grand nombre de roches granitoïdes des Alpes avec une roche talqueuse, et des terrains qui les renferment avec un terrain talqueux, est fondé sur un long examen et sur une comparaison suivie des roches des Alpes, bien moins dans les collections, que sur la nature; et il s'accorde très-bien avec les conjectures que j'ai rappelées plus haut sur le peu d'ancienneté relative de la plupart des roches primitives des Alpes, conjectures qu'il ne fait que fortifier.

En effet, si antérieurement je me suis borné à suspecter la validité des titres sur lesquels était fondée la prérogative d'antiquité que l'on accordait au Montblanc et autres cimes des Alpes, on trouvera qu'aujourd'hui je détruis cette prérogative, au moins d'après les idées géologiques reçues, en leur enlevant leur granite qui étant, dans le plus grand nombre des chaînes, la base de toutes les autres roches, formait jusqu'ici le

caractère le plus plausible de leur formation primordiale.

Gardons-nous cependant de prononcer d'une manière trop absolue sur l'absence du vrai granite dans les Alpes, même dans cette partie de la chaîne entre le Mont-Cénis et le Saint-Gothard, la seule que j'aie visitée.

Véritables granites dans les Alpes.

J'ai observé dans les Alpes de véritables terrains de granite, et leur existence me semble donner une nouvelle présomption contre ceux du Montblanc et autres cimes du centre. En effet ce n'est pas dans ces hautes cimes qu'il faut le chercher; du moins toutes les roches granitoïdes que j'y ai rencontrées se rapprochent plus ou moins de celles du Montblanc (à quelques exceptions près sur lesquelles on ne peut encore prononcer); c'est dans les montagnes basses qui forment comme les avant-postes des Alpes du côté du Piémont, depuis Yvrée et même depuis Turin jusqu'au lac Majeur. Parmi les roches granitoïdes que j'ai observées, on n'en voit aucune qui soit analogue à celles du Montblanc; il en est plusieurs dont je n'oserais encore assigner la véritable place; mais entre Biella et Crevacore, près de la Sesia, j'ai rencontré un véritable terrain de granite ayant tous les caractères qu'on remarque dans celui du Limousin, du Forez et autres chaînes. Les roches n'y sont jamais schisteuses; le mica y est bien déterminé et ne prend nullement les caractères du talc; le quarz y est uniformément disséminé; le feldspath y est souvent terreux; et la réunion de ces élémens constitue des granites, souvent tendres et friables comme ceux du Limousin. Pendant plusieurs lieues je n'ai trouvé que des granites à

moitié décomposés. Enfin on y rencontre du kaolin que je ne crois pas avoir jamais été indiqué nulle part dans les montagnes du centre de la chaîne, et qui paraît assez généralement propre aux terrains des granites et autres qui l'avoisinent.

J'ajouterai que la forme même de ces montagnes est précisément celle qu'on reconnaît le plus habituellement dans les terrains de granites; peu d'escarpemens, des cimes arrondies et comme mamelonnées; des vallons extrêmement contournés, etc.

Il y a aussi, dans le voisinage, des granites solides. La fameuse roche de Baveno, qui a fourni les beaux cristaux de feldspath si connus, me paraît appartenir au même terrain de granite. On sait qu'il est exploité très-en grand, principalement pour des constructions, mais aussi pour être scié et poli. Il existe encore une autre exploitation de ce genre près de Domo-d'Ossola, et une autre auprès de Turin: sans doute le lac Majeur auprès duquel les deux premières carrières sont situées, ce qui permet le transport de leurs produits dans toute la Lombardie, et le voisinage d'une capitale pour l'autre, facilitent ce genre de commerce; mais il est assez extraordinaire que ce soient, du moins suivant les renseignemens que j'ai pu recueillir, les seules exploitations de granite dans les Alpes depuis le Mont-Cénis jusqu'au Saint-Gothard; et ce fait seul donne quelque lieu de présumer que ce genre de roche, et par conséquent le véritable terrain de granite, y est au moins bien rare.

Cette existence du vrai granite sur une des pentes des Alpes, est analogue à ce qui a été observé dans les Pyrénées, où l'on sait que le gra-

nite ne se montre le plus ordinairement qu'à quelque distance du centre de la chaîne.

Néanmoins ce caractère, pris isolément, ne pourrait rien faire préjuger sur la nature géologique des roches granitoïdes du Montblanc; il n'acquiert de l'importance que lorsqu'il est joint aux observations directes que j'ai fait connaître. J'en ajouterai encore un autre qui n'est pas plus décisif par lui-même, mais qui me paraît ajouter également quelque poids à mes premières preuves.

Dans les terrains de granite, et sur-tout dans ceux de gneiss et de schiste micacé des autres chaînes, on trouve assez souvent des minerais métalliques, et en général, plus fréquemment en filons qu'en couches et en amas. Presque tous les gîtes de minerai des Alpes sont en couches.

Dans les Alpes au contraire, depuis le Mont-Cénis jusqu'au Saint-Gothard, les minerais métalliques sont peu communs, et dans toutes les exploitations que j'ai vues, dans tous les gisemens que j'ai observés, les minerais de plomb (à Pesey, Macot, la Thuile, Cormayeur), ceux de cuivre d'Olomon, Saint-Marcel, Servoz, et toutes les mines de fer oxidulé, sont en couches ou en amas. Je ne connaîs que deux exemples de filons métallifères, qui soient bien constatés, l'un de pyrites aurifères, et l'autre de cuivre pyriteux; mais ce dernier se rencontre précisément aux environs de Baveno, auprès du terrain de granite et dans le schiste micacé qui lui est superposé; et le premier dans une vallée (le Val-Anzasca), dans le voisinage de laquelle le même terrain s'étend.

On a indiqué quelques autres filons de plomb et de cuivre non exploités, que je n'ai pu visi-

ter, et sur lesquels je pourrais élever quelques doutes; mais plusieurs sont encore, sinon dans des granites bien prononcés, au moins dans des terrains que je présume en être très-rapprochés, et ne pas appartenir au terrain talqueux.

Il est toujours au moins certain que les filons métalliques sont extrêmement rares dans la partie de la chaîne que j'ai citée, où le terrain talqueux domine; et que les deux seuls exemples que j'aie pu connaître sont, l'un bien certainement, et l'autre très-probablement, dans un terrain différent.

Sans doute les géologues n'ont pas encore réuni assez de faits sur le gisement des minerais métalliques, pour que leur existence en couches ou en filons puisse servir à assigner des époques relatives entre les terrains qui les renferment; néanmoins on ne peut s'empêcher de reconnaître une différence notable entre leur gisement dans les Alpes et la manière dont ils se présentent dans d'autres terrains primitifs, qui sembleraient, au premier abord, avoir de l'analogie avec ceux que j'ai décrits.

Détails accessoires.

Je sens bien qu'il serait nécessaire de pouvoir observer la jonction entre le vrai granite des Alpes et le terrain talqueux des hautes cimes que j'ai indiquées, et sous lequel j'ai tout lieu de croire qu'il s'enfonce; mais il m'a été impossible jusqu'ici de déterminer positivement cette superposition, et j'invite les géologues, qui visiteront les Alpes italiennes, à mettre leur soin à la constater.

Je n'ai, après tout, aucun besoin de cette dernière preuve pour établir le peu d'ancienneté relative des roches granitoïdes du centre de la

chaîne, puisqu'elle est fondée principalement sur les rapports minéralogiques et géologiques de ces prétendus granites avec les schistes talqueux feldspathiques, et en général avec tout le terrain talqueux si abondant dans les Alpes.

Peut-être voudrait-on faire une objection tirée de la rareté des roches granitoïdes dans le terrain talqueux auquel on vient de les rapporter, et sur-tout de la position de celle du Montblanc au milieu de l'énorme massif dont il est comme le centre, position analogue à celle qu'on a donnée assez généralement aux vrais granites dans d'autres chaînes.

On peut répondre d'abord que ce dernier caractère ne doit jamais servir à lui seul à établir une conclusion sur l'antériorité d'une roche, et qu'il ne peut affaiblir en rien les preuves que j'ai tirées des mélanges de cette roche, des associations et des passages qui la lient à d'autres; mais d'ailleurs, qu'y a-t-il d'extraordinaire de rencontrer les roches les plus cristallines d'un terrain vers le centre et les parties les plus élevées des masses qu'il constitue? il semble, au contraire, que le raisonnement porte à faire présumer qu'il en doit être ainsi en général, puisque nécessairement ces masses plus cristallines auront dû mieux résister que les autres à toutes les causes de destruction; et en suivant cette idée qui n'a rien que de naturel, on est conduit à conjecturer que le Montblanc n'est aujourd'hui la proéminence la plus haute et la plus centrale du terrain dont il paraît faire partie, que parce qu'il en a été, lors de sa formation, la partie la plus cristalline, et par conséquent la plus solide.

Conclusions. En résumant maintenant tous les faits géologiques que j'ai essayé de prouver dans le cours de ce mémoire, on voit :

1°. Que les roches granitoïdes du Montblanc, et autres semblables des hautes cimes des Alpes (du Mont-Cénis au Saint-Gothard), ne sont pas des granites, et que par conséquent il ne paraît pas qu'il y ait dans ces hautes cimes de terrain de granite proprement dit;

2°. Que ces roches granitoïdes ne sont que des variétés extrêmes (plus cristallines et plus abondantes en feldspath), d'une roche talqueuse feldspathique beaucoup plus abondante dans les Alpes, et avec laquelle on les trouve réunies;

3°. Que cette roche talqueuse, également associée à d'autres roches talqueuses, constitue un terrain particulier assez composé, et qui domine dans une grande partie des Alpes;

4°. Que les minerais métalliques se rencontrent presque toujours en couches dans ce terrain;

5°. Qu'il existe dans les Alpes un véritable terrain de granite sur la bordure méridionale de la chaîne, ce qui, d'après une analogie fondée sur tous les faits reçus aujourd'hui en géologie, contribue, avec tous les caractères précédens, à établir *le peu d'ancienneté relative des prétendus granites du Montblanc et des Hautes-Alpes, ainsi que celle des terrains talqueux dont ils font partie.*

RECHERCHES

Sur un nouveau corps minéral trouvé dans le soufre fabriqué à Fahlun; par J. Berzélius. (Annales de Chimie, *tome IX, pages* 160, 225, *et* 337.)

EXTRAIT (1).

Le sélénium est un corps solide à la température ordinaire, peu dur : le couteau le raye aisément; cassant comme du verre et facile à pulvériser. Sa pesanteur spécifique varie de 4,30 à 4,32, parce qu'il a très-souvent de petites cavités au milieu de sa masse. Sa couleur et son aspect varient beaucoup. Lorsqu'après avoir été fondu il se solidifie, sa surface prend le brillant métallique et une couleur brune peu foncée, et il ressemble à une hématite polie; sa cassure est conchoïde, vitreuse, de la couleur du plomb et parfaitement métallique. Si le sélénium fondu est refroidi très-lentement, sa surface devient raboteuse, grenue, de la couleur du plomb, et n'est plus polie; sa cassure est grenue, terne et ressemble parfaitement à celle d'un morceau de cobalt métallique. Si au moyen du zinc ou de l'acide sulfureux on le précipite à froid d'une disso-

Propriétés physiques, dureté, etc.

Pesanteur spécifique.

Aspect, couleur.

(1) Le nouveau corps dont il s'agit a reçu le nom de *sélénium* : nous avons donné l'analyse des minéraux qui le renferment dans la livraison précédente (page 155). Nous allons, dans cet extrait, exposer ses propriétés principales, en nous bornant aux généralités et aux faits qui peuvent être d'une utilité immédiate pour l'analyse minérale. Nous engageons ceux de nos lecteurs qui voudront acquérir des connaissances plus étendues sur ce corps, à lire l'important mémoire de M. Berzélius, qu'ils trouveront rempli de faits et de considérations d'un très-grand intérêt. R.

lution étendue, il prend une couleur rouge de cinabre; et si on fait bouillir le liquide avec le précipité, celui-ci se rétrécit et devient presque noir. Lorsque le sélénium est réduit très-lentement, il forme sur le liquide une pellicule brillante d'un jaune d'or.

Transparence. Le sélénium en très-petites masses ou en fils déliés est transparent, et laisse passer une lumière rouge de rubis.

Dans quelque état qu'il soit, sa poudre est d'un rouge foncé, mais elle s'agglutine aisément lorsqu'on la broie, et prend alors une couleur grise et une surface polie, comme cela arrive avec l'antimoine et le bismuth.

Fusibilité. Par la chaleur le sélénium devient mou à + 100° : il est demi-liquide et il se fond complétement à quelques degrés au-dessus; durant le refroidissement il se conserve long-temps dans un état de mollesse comme la cire d'Espagne : on peut le pétrir entre les doigts et en tirer de longs fils qui ont beaucoup d'élasticité.

Volatilité. Il bout et se volatilise à une chaleur qui n'est pas encore lumineuse. Dans une cornue, il prend la forme d'un gaz d'une couleur jaune foncé, intermédiaire entre celle du soufre et celle du gaz oximuriatique, et il se condense en gouttelettes noires. Si on le chauffe dans l'air ou dans des vases très-larges, il forme une fumée rouge qui n'a aucune odeur particulière, et qui se dépose sous la forme d'une poudre rouge de cinabre. Si la chaleur est assez forte pour qu'il y ait oxidation, le gaz répand une odeur de radis.

Conductibilité. Le sélénium n'est conducteur ni du calorique, ni de l'électricité.

Cristallisation. Il a peu de tendance à cristalliser : cependant s'il se sépare lentement d'une dissolution d'hy-

droséléniure d'ammoniaque, il forme sur le liquide une pellicule dont la surface supérieure a une couleur pâle de plomb et paraît lisse, et la surface opposée une couleur moins foncée et paraît recouverte de petits points polis. Sous le microscope, toutes les deux font voir une texture cristalline qui paraît appartenir à des cubes et à des parallélipipèdes. Il se forme quelquefois aussi sur les parois du vase une végétation métallique, qui, sous la loupe, paraît être composée de cristaux prismatiques terminés par des pyramides.

Le sélénium produit, par sa combinaison avec l'oxigène, un oxide et un acide.

Le sélénium en vapeur ne s'enflamme pas par le contact du gaz oxigène : il se produit seulement un peu d'oxide qui communique à ce gaz l'odeur du chou pourri ; mais lorsqu'on fait passer un courant de gaz oxigène sur du sélénium bouillant et contenu dans un espace étroit, il brûle avec une flamme dont la lumière est faible et blanche vers la base, mais verte ou verte bleuâtre à la sommité et sur les bords. Il se sublime de l'acide sélénique mêlé d'un peu d'oxide de sélénium. Action de l'oxigène.

Le sélénium se volatilise dans l'air libre, sans altération. Chauffé dans un vase fermé et rempli d'air, il se convertit en partie en oxide, et si, lorsqu'on le fait bouillir avec le contact de l'air, on l'approche d'un corps enflammé, il donne aux bords de la flamme une couleur bleu d'azur très-pure, et il s'évapore en répandant une odeur très-forte de chou pourri. De l'air.

Le sélénium ne décompose pas l'eau pure ; il la décompose à l'aide de plusieurs agens, et se combine alors avec l'hydrogène. De l'eau.

De l'acide nitrique, de l'eau régale. L'acide nitrique n'attaque presque pas le sélénium à une basse température; mais à l'aide de la chaleur, il le dissout avec vivacité, et le convertit en acide sélénique. L'eau régale le dissout encore plus facilement.

De l'hydrogène. L'hydrogène et le sélénium se combinent ensemble lorsqu'ils se trouvent en contact à l'état naissant, par exemple, lorsqu'on traite le séléniure de potassium par l'acide muriatique. L'hydrogène séliné a des propriétés analogues à celles de l'hydrogène sulfuré.

Du soufre. Le soufre et le sélénium s'unissent en toutes proportions par fusion; mais il existe un sulfure de sélénium en proportions définies : on l'obtient en précipitant l'acide sélénique par l'hydrogène sulfuré.

Du phosphore. Le phosphore se combine aussi très-facilement avec le sélénium en toutes proportions.

Du carbone. M. Berzélius soupçonne qu'il existe une combinaison de carbone et de sélénium.

Des métaux. Le sélénium se combine avec les métaux, et produit avec la plupart d'entre eux, tout comme le soufre, le phénomène du feu, quoique avec moins d'intensité. Les séléniures ont beaucoup de resemblance avec les sulfures.

Des alcalis. Le sélénium a, comme le soufre, la propriété de se combiner avec les bases les plus fortes. Il se dissout dans la potasse caustique; il se combine avec cet alcali et décompose son carbonate par la voie sèche; il se combine avec l'ammoniaque lorsqu'on distille un mélange de muriate d'ammoniaque et de séléniure de chaux.

Des terres. Il se combine avec la chaux, la baryte et la strontiane par la voie sèche.

Les dissolutions des sels à base de baryte, strontiane, magnésie, alumine et des autres

terres donnent avec le séléniure de potasse des combinaisons insolubles de couleur de chair qui sont des séléniures terreux.

M. Berzélius pense que les précipités produits par les séléniures alcalins dans les dissolutions métalliques sont des séléniures d'oxides. Des oxides métalliques.

Le sélénium se dissout dans les huiles grasses et dans la cire fondue : mais il ne se combine pas avec les huiles volatiles. Des huiles et de la cire.

L'oxide de sélénium est gazeux et se distingue par l'odeur forte de chou pourri qu'il exhale. Il est très-peu soluble dans l'eau, et ne paraît pas posséder la propriété de se combiner avec les acides. Il est analogue par-là au gaz oxide de carbone. Oxide.

L'acide pur est solide, incolore et doué d'un éclat particulier. Il a un goût acide pur qui laisse une sensation brûlante sur la langue. Lorsqu'on le chauffe, il ne se fond pas; mais il se volatilise à une température inférieure à celle qui est nécessaire pour distiller l'acide sulfurique. Le gaz a l'odeur piquante des acides en général, et la même couleur que le gaz oximuriatique. Il se condense sur les parois des vases en aiguilles tétraèdres très-longues. Il attire très-rapidement l'humidité de l'air, devient terne, mais sans tomber en déliquescence. Il est très-soluble dans l'eau, sur-tout à chaud. Il cristallise par refroidissement lent en prismes striés, par refroidissement rapide en petits grains, et par évaporation spontanée en étoiles. Acide sélénique.

Il se dissout aussi en grande proportion dans l'alcool.

Si l'on fait passer du gaz oximuriatique sur du sélénium dans un appareil convenable, les Sélénium et gaz oximuriatique.

deux substances se combinent avec chaleur, et produisent une matière solide, blanche, volatile, en un gaz jaune qui se condense en petits cristaux, très-soluble dans l'eau en dégageant du calorique et en communiquant à ce liquide une forte saveur acide. M. Berzélius regarde cette combinaison comme formée d'acide sélénique et d'acide muriatique anhydre (selon la plupart des chimistes, ce serait un perchlorure).

Si on chauffe cette combinaison avec du sélénium, il se forme un corps huileux, d'un jaune brunâtre, transparent et volatil. Ce corps se décompose lentement dans l'eau, qui se charge d'acide muriatique et d'acide sélénique, et il reste du sélénium.

M. Berzélius a trouvé par la synthèse et par l'analyse que la première combinaison est composée de :

Gaz oximuriatique......	100,000	0,6416
Sélénium.............	55,866	0,3584

Composition de l'acide sélénique.

Il s'ensuit que l'acide sélénique contient :

Sélénium..............	100,00	0,71261
Oxigène...............	40,33	0,28739

La seconde combinaison paraît contenir quatre fois autant de sélénium que la première pour une même quantité de gaz oximuriatique.

Poids de l'atome de sélénium.

Il est probable d'après cela que l'oxide de sélénium est formé de deux atomes de radical, et un d'oxigène, et l'acide sélénique d'un atome de sélénium et deux d'oxigène; dans ce cas, l'atome de sélénium pèse 4,9591.

Réduction de l'acide sélénique.

L'acide sélénique se réduit facilement, tant par la voie humide que par la voie sèche. Lorsqu'il est mêlé avec de l'acide muriatique ou de l'acide sulfurique, il est réduit par le fer et par le zinc. Le meilleur moyen de le séparer d'une

dissolution, est de rendre la liqueur acide, de la faire chauffer et d'y ajouter du sulfite d'ammoniaque. Le séléniate de potasse chauffé avec du muriate d'ammoniaque, donne aussi le sélénium réduit; mais il se vaporise un peu d'acide sélénique. L'hydrogène sulfuré réduit l'acide sélénique, il se forme un sulfure d'une couleur orange foncée. Pour que ce sulfure se sépare complétement, il faut ajouter un peu d'acide muriatique à la liqueur, et faire chauffer.

Force de l'acide sélénique.

L'acide sélénique est un acide assez fort. En général il paraît rivaliser avec l'acide arsénique; il a peu d'action sur les métaux, même les plus oxidables; il ne donne point de sels neutres avec les alcalis. Il décompose le nitrate d'argent et le muriate de plomb.

Hydrogène sélénié.

L'hydrogène sélénié est un gaz incolore, d'une odeur complétement ressemblante à celle du gaz hydrogène sulfuré, mais qui produit une sensation piquante, astringente, et douloureuse, analogue à celle qui est causée par le gaz silico-fluorique et beaucoup plus forte; il est extrêmement dangereux d'en respirer la plus petite quantité. Il se décompose très-promptement par le contact de l'air et de l'humidité; il est beaucoup plus soluble dans l'eau que l'hydrogène sulfuré. L'eau imprégnée de ce gaz n'a qu'une faible odeur: elle a un goût hépatique, elle tache la peau en brun, elle rougit la teinture de tournesol: par le contact de l'air, elle se décompose et laisse déposer du sélénium. Elle précipite toutes les dissolutions métalliques, même celles de fer et de zinc lorsqu'elles sont neutres. Avec les dissolutions de zinc, de manganèse et de cérium, elle donne des hydrosé-

léniates couleur de chair : avec les autres métaux, les précipités sont des séléniures noirs et bruns. Enfin, avec les bases dont les radicaux ont plus d'affinité pour l'oxigène que l'hydrogène, elle produit des substances salines tout comme l'hydrogène sulfuré.

Le gaz hydrogène sélénié est composé de :

Sélénium....	0,974	....	49,591	un atome.
Hydrogène..	.,026	....	1,527	deux atomes.

Sulfure. Le sulfure de sélénium n'est que difficilement attaqué par l'acide nitrique ; l'eau régale le dissout beaucoup mieux ; il est soluble dans les alcalis fixes caustiques et les hydrosulfures alcalins. La dissolution a une couleur orange foncé.

Phosphure. Le phosphure décompose l'eau ; il se dissout dans les alcalis fixes caustiques : le liquide contient du phosphate et de l'hydroséléniure.

Séléniures métalliques. Les séléniures ont en général un aspect métallique, et sont, avec peu d'exceptions, plus fusibles que les métaux qu'ils contiennent ; ils sont décomposés par le grillage, mais plus difficilement que les sulfures ; le sélénium brûle avec une flamme bleue et en répandant l'odeur de radis ; ils sont attaquables par l'acide nitrique, mais moins facilement que les métaux purs.

Séléniure de potassium. Le séléniure de potassium est couleur de fer. Il se dissout dans l'eau sans dégagement de gaz. La dissolution a la couleur de la bière forte : c'est un hydroséléniure sélénié.

Séléniure de zinc. Le séléniure de zinc est jaune de citron : il est aussi difficile de l'obtenir que le sulfure.

Séléniure de fer. Le séléniure de fer a une apparence métallique d'une couleur grise foncée tirant au jaune. Il est dur, cassant, et présente une cassure grenue. Par le grillage, il donne du sélénium et du séléniate de fer. Il se dissout dans l'acide muriatique

avec dégagement de gaz hydrogène sélénié.

Le séléniure sursaturé de sélénium est inattaquable par l'acide muriatique; il se convertit en sous-séléniure par la chaleur blanche.

Séléniure d'étain.

Le séléniure d'étain est gris avec le brillant métallique. Il se décompose aisément par le grillage, sans se fondre.

Séléniure de cuivre.

Le proto-séléniure de cuivre est gris d'acier; très-fusible, et ressemble beaucoup au sulfure; il est très-difficile à décomposer par le grillage.

Séléniure de plomb.

Le séléniure de plomb est gris, demi-ductile, d'un blanc d'argent lorsqu'il est poli, infusible à une chaleur rouge; volatil, décomposable par le grillage en sélénium et sous-séléniate de plomb.

Séléniure d'argent.

On connaît deux séléniures d'argent: le proto-séléniure est gris d'argent, ductile, fusible à la chaleur rouge, indécomposable par la chaleur et par le grillage, indécomposable aussi par le borax et par les alcalis, susceptible de se combiner avec le fer et de donner alors de l'argent pur par le borax; soluble dans l'acide nitrique. Le deuto-séléniure est gris, demi-ductile, beaucoup plus fusible que le premier, indécomposable par la chaleur, mais réductible en proto-séléniure par le grillage.

Séléniure de mercure.

Le séléniure de mercure est d'un blanc d'étain, infusible, volatil en forme de feuilles blanches d'un brillant argentin; très-peu attaqué par l'acide nitrique même bouillant, facilement soluble dans l'eau-régale.

Séléniure d'or.

Le sélénium ne se combine point avec l'or par la chaleur.

Séléniure de platine.

Le platine est attaqué par le sélénium, par les séléniates terreux et métalliques et par le séléniate d'ammoniaque; le séléniure est gris, infusible, aisément décomposé par le grillage: le platine reste pur.

Sulfure d'antimoine. Le séléniure d'antimoine a l'éclat métallique ; il est cristallisable et très-fusible : il se vitrifie par le grillage. Il se combine avec l'oxide d'antimoine, et donne un verre jaune brunâtre analogue au verre d'antimoine.

Séléniure de Tellure. Le séléniure de tellure est de couleur de fer un peu foncée, cristallin, cassant, très-fusible, volatile et très-facilement oxidé par le contact de l'air chaud.

Séléniure d'arsenic. Le séléniure d'arsenic est noir, vitreux, très-fusible ; lorsqu'on le chauffe au rouge, il laisse dégager du séléniure au maximum, et à une chaleur blanche le séléniure au minimum distille lui-même en gouttes.

Séléniure de potasse. Le séléniure de potasse est brun ou rouge de cinabre. Il attire l'humidité de l'air et se dissout aisément dans l'eau, à laquelle il communique une couleur de bière forte et un goût hépatique entièrement analogue à celui du sulfure de potasse ; les acides précipitent le sélénium de cette dissolution.

Séléniure d'ammoniaque. Le séléniure d'ammoniaque est un liquide rouge d'un goût fortement hépatique, qui se décompose spontanément à l'air en laissant du sélénium pur.

Séléniure de chaux. Le séléniure de chaux est une poudre rouge brune, infusible, sans saveur et sans odeur, insoluble dans l'eau, décomposable par les acides. On peut l'obtenir par la voie sèche, ou en précipitant le muriate de chaux par le séléniure de potasse.

Séléniure de baryte, etc. Le séléniure de potasse donne avec les sels de baryte, de strontiane, de manganèse, d'alumine, des précipités couleur de chair, qui sont des séléniures. Ces séléniures sont insolubles dans l'eau et décomposables par les acides. La chaleur

rouge en sépare le sélénium, excepté de ceux à base de baryte et de strontiane.

Il y a des séleniates neutres, des biséléniates, des quadriséléuiates et quelques sous-séléniates. Séléniates.

Dans les séléniates neutres l'acide contient deux fois autant d'oxigène que la base; dans les biséléniates l'acide contient quatre fois autant d'oxigène que la base, et dans les quadriséléniates la proportion d'oxigène de l'acide est de huit fois celle de l'oxigène de la base. On ne connaît de quadriséléniates que ceux à bases d'alcalis.

Les séléniates neutres alcalins réagissent comme les alcalis, et les biséléniates comme les acides. Les séléniates neutres terreux et métalliques sont ou insolubles ou très-peu solubles dans l'eau. Les biséléniates sont tous très-solubles dans l'eau.

Le charbon décompose les séléniates à la chaleur rouge : les séléniates alcalins et à base de terres alcalines, sont changés en séléniures, ainsi que les séléniates métalliques : les séléniates terreux sont totalement décomposés, et le sélénium se volatilise.

Les séléniates alcalins ont une saveur salée faible, mais pure.

Le séléniate neutre de potasse est déliquescent, aussi soluble à chaud qu'à froid; insoluble dans l'alcool, fusible à la chaleur rouge. Séléniate de potasse.

Le biséléniate est déliquescent, un peu soluble dans l'alcool, réductible en séléniate neutre par une chaleur soutenue. Le quadriséléniate est extrêmement déliquescent.

Le séléniate neutre de soude est très-soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, non déliquescent : il a le goût du borax. A l'aide de la chaleur il est complétement transformé en muriate de soude

par deux parties de muriate d'ammoniaque. Le biséléniate est très-soluble, cristallise et ne s'effleurit pas à l'air; il se fond au rouge et se décompose en séléniate neutre à la chaleur blanche.

Le quadriséléniate cristallise en aiguilles.

Séléniate d'ammoniaque. Le séléniate neutre d'ammoniaque cristallise, il est déliquescent: il se décompose spontanément lorsqu'il est dissous dans l'eau, et se transforme en biséléniate dont les cristaux ne s'altèrent pas à l'air.

Le quadriséléniate ne cristallise pas.

Les séléniates d'ammoniaque chauffés dans une cornue se décomposent sans détonation, et l'acide sélénique est complétement réduit.

Séléniate de baryte. Le séléniate neutre de baryte est pulvérulent, infusible, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide sulfurique et dans les acides forts. Il est composé de:

Acide sélénique....	100	....	0,4207
Baryte..........	137,7	....	0,5798

Le biséléniate est soluble dans l'eau; il cristalise en grains rayonnés. L'ammoniaque le transforme en séléniate neutre.

Séléniate de strontiane. Les propriétés des séléniates de strontiane sont analogues à celles des séléniates de baryte.

Séléniate de chaux. Le séléniate neutre de chaux est une poudre cristalline douce au toucher, peu soluble, fusible à la température rouge, attaque et perce le verre.

Le biséléniate est soluble, critallisable, décomposé par la chaleur et par l'ammoniaque.

Séléniate de magnésie. Le séléniate neutre de magnésie est très-peu soluble, cristallisé en petits grains; il est infusible, mais il attaque le verre. Le biséléniate est très-soluble et ne cristallise pas.

Séléniate d'alumine. Le séléniate neutre d'alumine est insoluble, complétement décomposé par la chaleur.

Le biséléniate est très-soluble et donne par l'évaporation une masse transparente qui ressemble à de la gomme.

Séléniate de glucine.

Les séléniates de glucine se comportent comme ceux d'alumine.

Séléniate d'yttria.

Le séléniate d'yttria est insoluble dans l'eau et dans l'acide sélénique, décomposable par la chaleur.

Séléniate de zircone.

Il en est de même du séléniate de zircone.

Séléniate de zinc.

Le séléniate neutre de zinc est une poudre blanche insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide sélénique, fusible et décomposable en sous-séléniate par une chaleur blanche.

Séléniate de manganèse.

Le séléniate neutre de manganèse est blanc, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide sélénique, très-fusible, indécomposable par la chaleur dans des vases clos, facilement décomposé par le grillage; le manganèse se suroxide et l'acide se dégage.

Séléniate d'urane.

Le séléniate neutre d'urane est pulvérulent, jaune de citron, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide sélénique, décomposable par la chaleur.

Séléniate de cérium.

Il en est de même des séléniates de cérium oxidé.

Le séléniate neutre de cérium oxidulé est une poudre blanche insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide sélénique.

Séléniate de fer.

Le séléniate neutre de protoxide de fer est d'abord blanc et passe promptement au gris et au jaune par le contact de l'air. L'acide muriatique le décompose, de manière qu'une partie de l'acide sélénique se réduit pour suroxider le fer.

Le biséléniate est peu soluble dans l'eau.

Le séléniate neutre de peroxide est blanc jaunâtre, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide

muriatique, transformé en sous-sel par l'ammoniaque.

Les séléniates de fer sont complétement décomposés par la chaleur.

Séléniates de cobalt et de nikel. Les séléniates neutres de cobalt et de nikel sont insolubles dans l'eau et solubles dans l'acide sélénique; le premier est rose, et le second vert-pâle.

Séléniate de plomb. Le séléniate neutre de plomb est blanc, pulvérulent, insoluble dans l'eau et dans l'acide sélénique, aisément fusible, changé en sous-séléniate demi-transparent par la chaleur blanche, décomposé par l'acide sulfurique, pourvu que cet acide soit concentré et chaud. L'action de l'ammoniaque ne peut le convertir en sous-sel. Il est composé de :

Acide sélénique......	100	0,3253
Oxide de plomb.....	200	0,6667

Séléniate de cuivre. Le séléniate neutre de cuivre est en flocons bruns qui se transforment peu-à-peu dans l'eau en petits cristaux soyeux bleu-verdâtres; il est insoluble dans l'eau et dans l'acide sélénique, soluble dans l'ammoniaque; il brunit au feu, se fond et finit par se décomposer entièrement.

Le sous-séléniate est une poudre insoluble, couleur pistache.

Séléniate d'étain. Le séléniate neutre de deutoxide d'étain est blanc, pulvérulent, insoluble dans l'eau, soluble, dans l'acide muriatique concentré, précipité de cette dissolution par l'eau, totalement décomposé par la chaleur.

Séléniate de mercure. Le séléniate de protoxide de mercure est pulvérulent, blanc, insoluble même dans un excès d'acide. Au feu, il se fond en une masse brune, et se distille ensuite. Il est décomposé par la potasse caustique; l'acide muriatique le décom-

pose aussi en déterminant la suroxidation du mercure aux depens d'une partie de l'acide sélénique.

Le séléniate de deutoxide est blanc et à-peu-près insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide sélénique. Le biséléniate est soluble, cristallisé en gros cristaux prismatiques, très-peu soluble dans l'alcool, infusible et volatil. L'acide sulfureux en sépare tout-à-coup du séléniate de protoxide, qui lui-même se décompose bientôt et devient d'un très-beau rouge. L'ammoniaque et les carbonates alcalins ne troublent pas sa dissolution. Les alcalis caustiques ne le décomposent qu'incomplétement.

Le séléniate neutre d'argent est blanc, un peu soluble dans l'eau bouillante. Il se dissout dans l'acide nitrique bouillant; l'eau froide le précipite de cette dissolution; la lumière ne le noircit pas. Il est fusible comme le muriate d'argent. A la chaleur rouge, il se décompose complétement. Il est composé de : Séléniate d'argent.

Acide sélénique.....	100	....	0,327
Oxide d'argent......	205,75	....	0,675

Les hydroséléniures solubles ont le goût et aussi à un certain degré l'odeur de foie de soufre. Ils ont une couleur rouge ou orange foncé, qui se rapproche de la couleur de la bière forte. Ils se décomposent par le contact de l'air, et le sélénium se dépose pur de ceux qui ont un alcali pour base. Ils produisent sur la peau des taches qui, d'après l'intensité de la solution, sont noires, brunes ou jaunes, et qui ne se laissent point enlever par l'eau. Hydroséléniures.

La baryte, la strontiane, la chaux et la magnésie donnent des hydroséléniures solubles. Les hydroséléniures terreux sont insolubles et cou-

leur de chair, excepté celui d'alumine qui est rouge foncé. Parmi les métaux, il n'y a que le zinc, le manganèse, le cérium et peut-être l'urane, qui puissent former des hydroséléniures.

Observations par rapport aux propriétés du sélénium.

Les propriétés du sélénium le rangent entre le soufre et le tellure, et on peut le placer à la tête des métaux électro-négatifs (acidifiables).

Le sélénium et le tellure se combinent avec l'hydrogène, et produisent des acides gazéiformes très-faibles, qui ont la même odeur et le même goût. Ces acides donnent avec les alcalis des sels particuliers, qui ont tous aussi le goût et en partie l'odeur hépatiques : « Il est probable » qu'un goût et une odeur hépatiques sont un » caractère aussi essentiel aux acides hydrogé- » nés et de leurs sels alcalins, que le goût et » l'odeur acide le sont pour les acides oxidés » forts, et le goût salé pour leurs combinaisons » neutres avec les alcalins. »

L'acide sélénique contenant deux atomes d'oxigène, tandis que l'acide sulfurique en renferme trois, a, sous le rapport de sa composition, moins d'analogie avec cet acide qu'avec les acides borique et carbonique ; aussi, comme les derniers, il ne donne point de sels neutres avec les alcalis. Mais le sélénium n'a aucune analogie avec le bore ni avec le carbone. Il n'en a non plus aucune avec le phosphore et l'arsenic ; car il obéit aux lois générales des combinaisons des corps oxidés, desquels le phosphore et l'arsenic s'écartent d'une manière si remarquable ; et les gaz hydrogène phosphoré et hydrogène arsénié ne sont point hépatiques et ne possèdent pas les propriétés acides.

Sur les cordes plates en chanvre (1).

Depuis plusieurs années on emploie, en Angleterre, un nouveau système de cordages, auquel on a donné le nom de *flat-rope* (corde plate), et qu'on a substitué, avec beaucoup d'avantage, aux câbles ordinaires, dans l'exploitation des mines de houille.

Ce cordage est composé de quatre cordes cousues l'une à côté de l'autre. Deux sont tordues dans un sens, et deux dans le sens opposé; de sorte que, par l'effet de leur position alternative, l'ensemble offre l'apparence d'une tresse.

Chaque corde a environ 3 pouces de circonférence, et est composée de trois torons de dix-huit fils, cousus ensemble. La petite corde qui les coud, en les traversant en zigzag, est en trois et porte douze fils; par ce moyen, la fausse tresse devient aussi solide que si les cordons étaient nattés.

On sait que plusieurs cordes, réunies et tordues pour n'en faire qu'une, ne présentent pas autant de résistance à un poids, que ne le feraient ces mêmes cordes, agissant séparément selon leur direction; mais dans la construction du câble plat que nous venons de décrire, la somme des forces de chacune des quatre cordes qui le composent, est réellement cumulée. Si on les réunissait en les tortillant, elles se raccourciraient considérablement; le résultat aurait une grande roideur, et la roideur est une cause de destruction. On peut donc croire ce qu'on assure de ce cordage, qu'il dure quatre à cinq fois un câble de même poids.

Ceux que nous avons vus étaient goudronnés, et cette précaution est nécessaire pour la plupart des mines, où ils sont exposés à une humidité continuelle, qui les pourrirait bientôt; mais, dans des carrières où l'on n'aurait point à craindre les effets de l'humidité, il vaudrait beaucoup mieux les avoir en blanc: ils seraient plus forts et dureraient davantage; car, encore que le goudron préserve les cordes de l'humidité, ce n'est pas un remède innocent: il brûle le chanvre, et, à la longue, un câble conservé dans un magasin, finirait par devenir hors de service.

Les Anglais sont redevables de cet utile perfectionnement à M. John Curr, de Sheffield, qui a fait, à cette occasion, une grande fortune, et qui la mériterait doublement si, comme

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, N°. CLXIV, page 42, et *Annales des Arts et Manufactures*, tome Ier., page 257.

on nous l'a assuré, il est également l'inventeur des *rail-ways* (chemins en fer) employés si utilement dans les chantiers et dans les mines pour faciliter les transports.

On conçoit aisément que quatre cordes, d'un pouce de diamètre, ne peuvent être percées qu'avec un très-grand effort, et qu'on n'en peut venir à bout qu'à l'aide d'une machine. Celle qui est en usage à Sheffield, est composée de deux leviers qui poussent une grande et forte alène, la font glisser dans une coulisse, et traverser obliquement les quatre cordes; deux hommes sont occupés à coudre, un troisième fait mouvoir les leviers qui dirigent les alènes. A chaque trou qui se fait, le cordage avance d'une égale quantité et s'enroule sur le treuil.

Nous ne croyons pas devoir donner le dessin de la machine que nous avons vue en œuvre à Sheffield, parce qu'il n'est pas difficile d'en imaginer d'analogues, et que d'ailleurs elle se trouve représentée dans le premier volume, page 257, des *Annales des arts et manufactures*.

Ce cordage, fait en chanvre de Riga, de première qualité et peigné, ne revient qu'à 8 sous anglais la livre (1 fr. 42 cent. environ.)

Une instruction sur la meilleure disposition à prendre pour l'emploi de son cordage, est donnée par l'inventeur. Il recommande que la poulie, placée au-dessus du puits, soit faite à gorge plate, légèrement bombée, pour que la tension des quatre cordes soit plus égale.

La roue ou le tambour, sur lequel le câble s'enroule en spirale, doit avoir un diamètre proportionné à la profondeur du puits. Ce diamètre augmente nécessairement à mesure que l'enroulement avance, de telle sorte que de 3 pieds il peut arriver à 5, et de 6 pieds à 8 ou 9.

Cet allongement progressif du levier est utile pour compenser le poids de la corde descendante, qui devient considérable dans les puits de 7 à 800 pieds de profondeur. C'est pourquoi M. John Curr demande à connaître le poids du charbon que l'on monte chaque fois, celui du seau vide, et de l'armature de fer qui sert à l'attacher au cordage. D'après cela, il détermine, par le calcul, quel diamètre il faut donner au tambour, pour égaliser autant que possible la force employée.

Le brevet d'invention accordé à M. John Curr, de Sheffield, est daté du 17 novembre 1798.

INSTRUCTION

SUR LES DEMANDES

EN AUTORISATION ET APPROBATION

DE SA MAJESTÉ

POUR

L'ÉTABLISSEMENT DES SOCIÉTÉS ANONYMES.

Aux termes de l'article 37 du Code de commerce, aucune Société anonyme ne peut *exister* qu'avec l'autorisation du Roi et sans l'approbation de l'acte ou des actes qui la constituent. Cette approbation doit être donnée dans la forme prescrite pour les règlemens d'administration publique, c'est-à-dire, par une ordonnance de Sa Majesté.

Une instruction émanée du département de l'intérieur, et publiée le 31 décembre 1807, régla la marche à suivre pour obtenir cette autorisation. Comme ce règlement paraissait au moment même où le Code de commerce commençait à être mis à exécution, et introduisait un droit nouveau et des formes jusque-là inusitées relativement aux Sociétés anonymes, il ne put être absolument complet. L'expérience a fourni de nouvelles indications, et la jurisprudence du Conseil d'état s'étant fixée sur cette matière, il est utile aujourd'hui de retracer les principes arrêtés et les conditions généralement exigées, puisque ce n'est qu'en s'y conformant que les autorisations nécessaires peuvent être obtenues.

Il convient d'abord de bien éclaircir la nature, le but et les limites de l'intervention que l'autorité s'est réservée dans les associations anonymes.

Nature de l'autorisation requise.

Les spéculations de l'industrie sont libres en France. Tant qu'elles ont un objet licite ou qu'elles n'embrassent pas ce que la loi défend ou met en réserve, les commerçans, en général, n'ont pas besoin d'une autorisation spéciale pour s'y adonner.

Le Gouvernement ne concède à personne le droit ou le privilége d'exploiter telle ou telle branche de commerce. Cette concession serait contradictoire avec la liberté légale assurée à l'industrie.

Les ordonnances par lesquelles SA MAJESTÉ autorise la formation et l'existence d'une Société qui se propose de faire un certain commerce ou une certaine entreprise, n'ont donc pas pour objet d'accorder aux sociétaires rien qui ressemble à une propriété sur cette entreprise ou ce commerce.

Le but que la loi s'est proposé est différent, et l'importance en sera démontrée par les considérations suivantes.

En général, le commerçant est responsable envers ses créanciers et envers ceux avec qui il traite. Cette responsabilité a pour gage tous ses biens présens et à venir, et sa personne même soumise à la contrainte par corps.

Si plusieurs se réunissent dans une Société *collective*, chacun d'eux met en commun la même responsabilité indéfinie, et, de plus, tous sont solidaires entre eux.

Un commerçant ou une Société *collective* peuvent s'aider de moyens pécuniaires fournis par des capitalistes, qui, voulant participer aux bénéfices espérés, soumettent aux risques et aux pertes possibles une somme déterminée. La loi admet ces bailleurs de fonds sous le nom de *Commanditaires*. Elle autorise la stipulation par laquelle ils déclarent ne s'engager pour rien de plus que la somme mise en commandite, et sur-tout, ne contracter ni solidarité ni responsabilité personnelle.

Mais cette classe d'associés non responsables n'est pas admise dans le commerce sans précautions légales. Toute Société de ce genre doit déclarer la quotité du fonds en commandite. Le commanditaire ne peut s'immiscer en rien dans la gestion des affaires : il en devient garant et solidaire, s'il y prend part. Au surplus, la commandite suppose nécessairement un ou plusieurs associés en *nom* et responsables; le public a donc sur ceux-ci la garantie ordinaire : le capital du commanditaire n'est qu'une sûreté de plus.

Mais le Code de commerce admet une troisième espèce de Sociétés, où tous les intéressés sont commanditaires, où chacun n'est engagé et responsable que pour sa mise, sans solidarité, sans garantie, soit d'engagement indéfini, soit de contrainte par corps; où les gérans sont de simples mandataires, et où enfin, ce qui constitue une différence essentielle entre les Sociétés en commandite et celles-ci, ils peuvent être choisis parmi les actionnaires, sans que la gestion qui leur est confiée les engage personnellement et les constitue responsables d'une autre chose que de l'exécution du mandat. Cette Société est dite *anonyme*, parce qu'aucun associé

étant personnellement engagé, nul ne peut y prêter son nom.

Comme la loi a pourvu à la sûreté du commerce par les règles de la responsabilité, de la solidarité et de la contrainte, envers ceux qui commercent en leur nom ou dans des Sociétés collectives;

Comme elle a pris des précautions pour que l'admission des commanditaires ne portât pas atteinte aux garanties dues au public;

Elle a dû en instituer de plus spéciales à l'égard de Sociétés où n'existe pas la responsabilité personnelle des associés ordinaires.

Elle s'est donc réservé de constater :

Qu'une telle Société n'est pas un piége tendu à la crédulité;

Que l'objet de la spéculation est licite et réel; qu'il existe, non un vain prospectus sur une idée sans consistance, mais déjà un acte social, un fonds d'engagement qui assure l'entreprise, des actionnaires véritables et non simplement des associés fictifs qui ne figureraient en apparence que pour provoquer des engagemens réels;

Que les capitaux annoncés existent effectivement, ou que le versement en est suffisamment assuré;

Qu'ils sont proportionnés à l'entreprise;

Que les statuts qui en établissent l'administration offrent aux associés une garantie morale, et, en tout cas, des moyens de surveillance et l'exercice des droits qui leur appartiennent sur l'emploi de leurs deniers.

L'acte de l'autorité royale qui renferme autorisation et approbation, n'a pour but que de certifier au public que cette vérification a été régulièrement faite.

Et cette vérification est la garantie mise à la place de celle qu'offrent les Sociétés ordinaires, et dont la Société anonyme n'est pas susceptible.

Le Gouvernement ne concède donc rien; et il autorise seulement, à raison de la nature de la Société, ce qu'une Société ordinaire ou en commandite, ou un simple négociant, pourrait faire sans autorisation.

Mais la vérification scrupuleuse que cette autorisation suppose, est une sûreté morale d'autant plus importante, que les associations anonymes sont particulièrement faites pour des spéculations vastes et exposées à quelques chances, spéculations qui n'auraient pas lieu sans l'admission de ce genre de Sociétés. Il est propre aux banques publiques, aux exploitations de mines, de canaux, aux assurances mari-

times, etc.; grandes entreprises qu'il importe d'encourager. Ainsi, la réunion de capitaux modiques, pris séparément, présente dans son ensemble des moyens suffisans, que ne voudraient pas hasarder quelques particuliers, et supplée à des engagemens qui pourraient compromettre l'existence entière et la sûreté personnelle d'entrepreneurs *en nom*.

Les précautions légales une fois accomplies, c'est au public à mesurer sa confiance envers des établissemens dont le but, les moyens et les règles fondamentales ont été appréciés et portés à la connaissance du public.

Si une entreprise échoue, le Code et l'accomplissement des formalités qu'il a prescrites mettent à l'abri les actionnaires de toute perte au-delà de leur mise, et les gérans de toute garantie personnelle autre que celle qui correspond à leur qualité de purs mandataires.

C'est parce qu'avant le Code de commerce, il manquait une disposition positive à cet égard, quoique les Sociétés anonymes fussent dès long-temps connues, que plusieurs fois la sécurité des uns et des autres a été troublée. Les règles étaient si peu fixes, qu'on a vu des Sociétés gérées sous un nom social, sous une raison collective, où l'on croyait néanmoins pouvoir stipuler que les associés ne seraient que de simples actionnaires non solidaires et non responsables. La loi actuelle a mis fin à ces irrégularités, aux inquiétudes et aux procès qui en devaient provenir. Les conditions qu'elle impose pour profiter de ses dispositions, méritent donc qu'on s'y conforme avec soin.

Il résulte de ces principes :

1°. Que l'autorisation de Sa Majesté n'est point un privilége; qu'elle se donne à cause de la forme de la Société anonyme, et non à raison de la branche d'industrie qu'on se propose d'exploiter;

2°. Qu'en vertu de la liberté commune, plusieurs Sociétés anonymes pourraient être concurremment autorisées pour un même commerce;

3°. Que le but de l'autorisation est purement et simplement de certifier au public, d'abord la vérification des bases sociales et l'existence des moyens annoncés, moyens reconnus être en rapport avec l'entreprise; en second lieu, qu'un examen attentif a été fait de la moralité et de la convenance de l'administration sociale;

4°. Qu'en conséquence, le Roi n'admet point de simple projet, et n'autorise point un prospectus dans l'intéret d'un

inventeur ou d'un spéculateur qui recherche des actionnaires; il n'attache son approbation qu'à des Sociétés réelles, formées par des actes publics, et par lesquelles une masse suffisante de souscripteurs ont déjà engagé et assuré leurs mises.

La marche que doivent suivre les actionnaires pour obtenir l'autorisation, va être tracée en conséquence de ces principes :

Forme et direction de la demande.

1°. Les individus qui veulent former une Société anonyme, adressent leur pétition au Préfet de leur département, et à Paris, au Préfet de police.

2°. La pétition est signée de tous les actionnaires, à moins que l'acte social par eux souscrit ne contienne une délégation et un pouvoir à cet effet à un ou plusieurs d'entre eux.

3°. Lorsque la Société a pour objet une exploitation placée dans un autre département que le siége de son administration, la pétition adressée au Préfet du domicile où elle s'établit, est communiquée par les parties au Préfet du lieu de l'exploitation.

4°. La pétition n'est pas admise, si elle n'est accompagnée de l'acte public constituant la Société, et contenant l'engagement des associés, en telle forme que leur mise sociale ou leur promesse de la fournir, soit ferme et irrévocable, sous la seule condition que l'approbation de Sa Majesté sera accordée.

5°. Les statuts pour l'administration sociale sont produits en même temps que l'acte constitutif, et peuvent en faire partie. S'ils sont séparés et qu'ils ne soient remis d'abord que sous seing privé, ils doivent être signés de tous les intéressés, et contenir soumission de rédiger le tout en acte public, lorsque le Ministre de l'intérieur le requerra. L'ordonnance d'approbation n'est présentée à la signature du Roi que sur le vu de l'acte public.

Une copie simple des actes publics doit être remise en même temps, pour rester déposée dans les bureaux du Ministère.

6°. Les actes sociaux doivent énoncer :

L'affaire ou les affaires que la Société se propose d'entreprendre, et la désignation de celui de leurs objets qui lui servira de dénomination, le domicile social, le temps de sa durée, le montant du capital que la Société devra posséder, la manière dont il sera formé, soit par des souscriptions personnelles fixes ou transmissibles, soit en actions à ordre ou au porteur, les délais dans lesquels le capital devra être réalisé, et le mode d'administration.

Conditions nécessaires ou facultatives sur le mode d'administration sociale.

1°. Les premiers administrateurs temporaires peuvent être désignés dans les actes sociaux ; mais conformément à l'article 31 du Code, les gérans des Sociétés anonymes n'étant que des mandataires nécessairement à temps et révocables, et tous les sociétaires devant avoir des droits égaux ou proportionnés à leur mise, les actes sociaux ne peuvent réserver à aucun individu, sous le nom d'auteur du projet d'association, de fondateur ou autre, aucune propriété spéciale sur l'entreprise, aucun droit à la gestion perpétuelle ou irrévocable, ni aucun prélèvement sur les profits, autre que le salaire à attribuer aux soins qu'il peut donner à l'administration.

2°. Néanmoins la valeur de l'acquisition ou de la jouissance d'un brevet d'invention ou d'un secret, sur l'exploitation duquel la Société serait fondée, ainsi que le salaire de l'artiste dont elle aurait le talent pour objet, peuvent être appréciés en argent, et leur montant converti en actions au profit desdits artistes et propriétaires du secret ou brevet.

Sur les mises de fonds.

3°. Si les souscripteurs de l'acte social, joint à la pétition, ne complètent pas à eux seuls la Société qui doit être formée, et s'ils déclarent avoir l'intention de la compléter lorsque seulement ils auront reçu l'approbation du Roi, ils doivent composer au moins le quart en somme du capital réel, non compris les actions dont il vient d'être parlé au n°. 2. En ce cas, si Sa Majesté a jugé à propos d'autoriser la Société, l'ordonnance règle le délai dans lequel le surplus des souscriptions doit être complété.

On doit bien remarquer que, faute d'avoir rempli cette condition au temps prescrit, l'autorisation devient comme non avenue, à moins que Sa Majesté ne permette à la Société, s'il y a lieu, et du consentement des intéressés, de réduire son plan au capital qu'elle a réuni.

Après avoir justifié de l'existence du quart en somme du capital convenu, on peut demander autorisation pour la mise provisoire en activité, avant que le capital ait été complété. Cette demande est jugée suivant les circonstances de l'affaire.

Transmission de la pétition et avis des préfets.

1°. Les Préfets des départemens, et le Préfet de police à Paris, transmettent la pétition à eux adressée et les pièces précédemment indiquées au Ministre secrétaire d'état de l'intérieur. Ils y joignent leur avis, informations prises sur les points ci-après :

En premier lieu, si l'entreprise n'est pas contraire aux lois, aux mœurs, à la bonne foi du commerce et au bon

ordre des affaires en général, ou si elle ne présente pas quelque vice qui en rend le succès improbable et la proposition à des actionnaires inconvenante ;

En second lieu, sur les qualités et la moralité des souscripteurs, particulièrement dans le cas prévu n°. 3, § précédent, où des intéressés pour le quart du capital à réunir sont seuls connus et doivent rechercher des co-associés, et spécialement sur le personnel des administrateurs, s'ils sont désignés ;

En troisième lieu, sur la suffisance des moyens des souscripteurs, de manière à s'assurer qu'ils sont en état de réaliser, soit à l'ouverture de la Société, soit aux termes prescrits, la mise pour laquelle ils entendent s'intéresser.

2°. Les pièces produites et les avis des Préfets doivent mettre le Ministre secrétaire d'état de l'intérieur en état de reconnaître :

En premier lieu, si les conditions de l'acte social et des statuts sont conformes aux lois, particulièrement aux articles 21, 22 et suivans jusqu'à 40 du Code de Commerce, et si les règles indiquées par la présente instruction ont été suivies ;

En second lieu, si l'objet de la Société est licite ;

En troisième lieu, si le capital est suffisant, s'il est assuré, principalement quand une partie ne doit être fournie que successivement, et si, en ce cas, la portion réellement versée offre assez de garantie ;

En quatrième lieu, si, dans les statuts relatifs à la gestion, à la reddition des comptes, au partage des bénéfices ou pertes, les intérêts et les droits de tous les membres de la Société sont garantis convenablement, et dans toute l'étendue que comporte une Société sans responsabilité personnelle ;

Enfin, si l'administration de la Société offre les garanties morales qui importent aux intérêts et au public.

Sociétés anonymes d'espèce particulière.

1°. Banques.

Si l'objet de la Société proposée est la fondation d'une banque, les avis des Préfets, sur la convenance d'en permettre l'érection, doivent être particulièrement motivés sous le rapport de l'utilité publique. La loi du 24 germinal an 11 (14 avril 1813) soumettant ces sortes d'établissemens à une autorisation spéciale indépendante de celle des Sociétés anonymes en général, les renseignemens doivent être tels qu'ils puissent éclairer également les Ministres de l'intérieur et des finances, que l'examen de la demande intéresse concurremment.

2°. Sociétés sans émission d'engagemens extérieurs.

Les Sociétés anonymes qui n'émettent point d'engagemens extérieurs, mais dont les intéressés placent simplement en commun les risques qui affectent leurs propriétés, comme les compagnies d'assurances mutuelles contre les divers fléaux, sont soumises à l'approbation de SA MAJESTÉ dans la forme ci-dessus : mais les dispositions ci-devant énoncées concernant le capital et les actions ne leur sont point applicables, attendu que le fonds commun destiné à répondre des pertes, étant la masse des biens que chaque actionnaire soumet à la chance commune, la Société n'a point de capital divisible par actions proprement dites.

3°. Associations dispensées des formalités propres aux Sociétés anonymes commerciales.

Quant aux administrations ou associations de prévoyance et de charité, les formes propres aux sociétés anonymes ne leur sont point applicables; elles ne sont pas non plus exigées pour les Sociétés commerciales régies par le Code civil, comme sont celles qui, n'ayant pour but que la manutention et la jouissance de biens mis en commun, ne se livrent pas aux opérations de banque, n'achètent pas pour revendre, et ne manufacturent pas leurs produits.

Les souscripteurs des sociétés anonymes susceptibles de l'autorisation, sauront ainsi ce qu'ils doivent faire, en se conformant au Code de commerce, et en suivant la jurisprudence qui s'est établie en conséquence. Ce n'est qu'au moyen de l'instruction complète qui vient d'être indiquée, que l'affaire peut être en état de passer sous les yeux du Roi et de son Conseil.

Sociétés contenues dans les limites tracées lors de l'approbation de leur établissement.

Il reste à rappeler qu'après l'approbation obtenue, rien ne peut être changé aux statuts; la société ne peut étendre ses opérations à aucun objet qui n'y soit pas compris : elle serait dans le cas de l'interdiction, si elle s'écartait des limites dans lesquelles elle a été placée, sans avoir obtenu une nouvelle autorisation, dans la même forme qu'à son établissement primitif.

Surveillance spéciale de celles qui intéressent l'ordre public.

Un mode particulier de surveillance permanente peut même être exigé à l'égard des sociétés anonymes, dont l'objet intéresse l'ordre public.

Paris, le 22 octobre 1817.

Le Ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur,

LAINÉ.

QUESTIONS PROPOSÉES

ET

SOLUTION

De ces questions, faisant suite à l'instruction du 22 octobre 1817, sur l'établissement des Sociétés anonymes.

SOCIÉTÉS ANONYMES EN GÉNÉRAL.

1re. QUESTION.

Convient-il que la durée des Sociétés anonymes soit fixée par l'acte du Gouvernement qui les autorise ?

RÉPONSE.

La durée des Sociétés anonymes établies pour une entreprise dont le terme n'est pas fixé par sa nature, doit être déterminée par l'acte de Société soumis à l'approbation de SA MAJESTÉ.

OBSERVATIONS.

La confiance que méritent les premiers souscripteurs d'une Société anonyme, est une des conditions prises en considération par le Gouvernement, au moment où il accorde son autorisation. Après un certain laps de temps, la mort ou les cessions volontaires doivent substituer de nouveaux intéressés à ceux-ci. Il est donc de l'intérêt public que, pour continuer, l'association soit expressément renouvelée à son terme, et soumise de nouveau à la sanction de l'autorité, afin que le Gouvernement puisse la refuser si les nouveaux sociétaires ne lui paraissent plus dignes de confiance.

D'ailleurs, par l'article 43 du Code de commerce, les Sociétés commerciales étant présumées des Sociétés à temps limité, l'article 46 et l'article 1866 du Code civil exigent, pour toute prorogation ou continuation de Société, les mêmes écrits, formalités et publications que pour leur établissement primitif.

2e. QUESTION.

Doit-on exiger que les Sociétés anonymes fixent une proportion de perte du capital, qui les oblige à se dissoudre ?

RÉPONSE.

Cette fixation doit être exigée dans l'acte social, et la quotité doit en être discutée par l'autorité.

OBSERVATIONS.

Le Gouvernement n'ayant autorisé la Société anonyme qu'en raison du capital qu'elle offrait pour garantie de ses opérations; lorsque ce capital est détruit la garantie n'existe plus, et le public serait induit à une confiance sans fondement, si, dans cet état de choses, la Société était maintenue.

Il est vrai que le public court le même risque envers les Sociétés ordinaires; mais elles présentent les garanties de la responsabilité individuelle, indéfinie et solidaire des associés, ce qu'on ne trouve pas dans les Sociétés anonymes. On ne saurait d'ailleurs demander à des particuliers, dont les opérations commerciales roulent sur l'opinion qu'on a de leur crédit, de rendre compte de la situation journalière de leur capital : mais le capital étant la seule sûreté que présente la Société anonyme, tout ce qui concerne son existence doit être public ; c'est sur la connaissance des choses, et non sur l'opinion, qu'en cette matière la confiance doit être réglée. Quand donc il est constaté que le fonds social est réduit au tiers, au quart ou à telle autre proportion prévue et fixée d'avance dans l'acte d'association; quand on est au point de ne pouvoir plus concilier la sûreté des créanciers futurs avec l'espérance de réparer les pertes par les bénéfices à venir, la Compagnie doit être tenue de mettre fin à ses opérations, d'entrer en liquidation et de se dissoudre, à moins qu'elle ne soit reconstituée au moyen d'un nouveau capital.

Les Sociétés qui courent des chances considérables comme les Compagnies d'assurances, doivent être sur-tout astreintes rigoureusement à une fixation du *minimum* des fonds nécessaires à la conservation de leur existence.

Du reste, cette proportion doit être mesurée sur la nature plus ou moins chanceuse des opérations entreprises, et principalement sur l'intérêt que peuvent avoir des tiers à l'existence réelle de tout ou partie du capital de l'association; en d'autres termes, sur l'usage le plus ou moins étendu que cette association aurait à faire de son crédit : car, par exemple, une Société formée pour une exploitation de mines, qui ne contracterait aucune dette et qui paierait au comptant ses ouvriers et ses fournisseurs, devrait être autorisée à employer la totalité du capital des actionnaires à la recherche d'un filon, et aurait droit de ne s'arrêter qu'au dernier moment. Des limites trop restreintes, dans l'usage, même infructueux, de son capital, seraient dans le cas de l'exposer à perdre le prix de

ses sacrifices, au moment où un dernier effort allait en procurer un ample dédommagement.

Ces considérations font voir que le principe émis ne peut recevoir indistinctement une application absolue : c'est à la prévoyance des futurs Sociétaires qu'il appartient de combiner de sages réserves à cet égard, et au Gouvernement à apprécier le discernement dont ils auront usé.

3e. QUESTION.	RÉPONSE.
Faut-il exiger que les Sociétés anonymes fassent chaque année une réserve sur le montant des bénéfices, pour prévenir la réduction de leur capital primitif, ou même pour l'accroître?	Une réserve annuelle sur les bénéfices doit être exigée dans les Sociétés anonymes qui ont pour objet des opérations de commerce.

OBSERVATIONS.

La conséquence de la réduction éventuelle du capital à un certain *minimum* étant la dissolution de la société, suivant l'article précédent, il convient à l'association de prévenir cet accident, en formant sur ses bénéfices éventuels une réserve pour éloigner toute décroissance de son fonds primitif.

En particulier, les Compagnies d'assurances maritimes peuvent, suivant les circonstances, faire de très-grands bénéfices, ou être exposées à de très-grandes pertes. Il est convenable qu'une partie des avantages obtenus dans le premier cas vienne au secours des désastres qui peuvent succéder. En imposant la nécessité d'une réserve, le Gouvernement ne fait aucun tort aux associés; il ne fait que donner plus de valeur et une valeur plus constante aux actions, et ménager au public une garantie plus certaine des engagemens pris par la Compagnie.

La réserve doit être proportionnée, soit à la grandeur des bénéfices, soit à celle des chances que court la Société. Une Compagnie d'assurance doit l'établir plus forte qu'une Société occupée d'une exploitation régulière.

Les Sociétés d'assurances mutuelles n'ont pas besoin d'y être astreintes, puisquelles n'ont pas de bénéfices, et qu'au surplus elles ne sont pas formées pour gérer des opérations commerciales; mais, par une disposition relative, il doit être fixé un *minimum* des valeurs engagées dans l'assurance mutuelle, et au-dessous desquelles la masse de ces valeurs venant à tomber, la Société ne peut être maintenue.

4e. QUESTION.

Lorsque, la réserve étant épuisée, le capital a été entamé, doit-il être défendu aux Sociétés anonymes de faire une répartition de dividendes avant que le capital ait été réintégré en entier par une nouvelle réserve ?

RÉPONSE.

Quand le capital a été entamé, tous les bénéfices doivent être d'abord consacrés à le rétablir; et, pour cet effet, ils doivent être mis en réserve, sans qu'il soit permis de distribuer de dividendes jusqu'au complétement du fonds social originaire. Cette réserve ne préjudicie en rien au payement des intérêts ordinaires.

OBSERVATIONS.

La garantie de l'entière mise de fonds est due au public. Si quelque malheur y porte atteinte jusqu'à un certain point, la Société doit être dissoute. Mais lorsque, sans arriver à ce terme extrême, les événemens ont entamé le capital, il serait injuste de le laisser réduit par les pertes passées, et de soustraire de la caisse sociale les bénéfices présens. Peu importe que les actions changent de possesseurs; la Société est toujours une pour le public, et il ne saurait y avoir de distribution de bénéfices que sous la déduction des pertes.

Néanmoins, comme, par la supposition, il s'agit de Compagnies au-dessus de leurs affaires, et dont le capital reste encore supérieur au *minimum*, les précautions se rapportent à la garantie due au public pour l'avenir, et non à aucun péril pour les créanciers actuels. Dans cette situation, la défense de distribuer des bénéfices ne doit pas empêcher les actionnaires de retirer l'intérêt simple de leur mise.

5e. QUESTION.

Par quel moyen doivent être assurées les dispositions qui précédent, et qui sont relatives à la situation des Sociétés anonymes pendant leur durée ?

RÉPONSE.

Les Sociétés anonymes doivent présenter, tous les six mois, leur état de situation, dont une copie sera remise au greffe du Tribunal de commerce (ou du Tribunal civil, là où il en fait les fonctions); une autre copie au Préfet du département, et une troisième à la Chambre de commerce, s'il en existe dans l'arrondissement.

Celles qui ont des actions au porteur, publieront cet état de situation par la voie de l'impression.

Dans l'approbation des Sociétés anonymes proposée à SA MAJESTÉ, il sera inséré une clause portant qu'en cas d'inexé-

cation des statuts ou de leur violation, l'autorisation pourra être révoquée par le Gouvernement, sauf les actions à exercer par les particulièrs devant les tribunaux, à raison des infractions commises à leur préjudice.

Dans les Sociétés anonymes auxquelles il aurait été attaché un commissaire du Gouvernement, sa mission est spécialement de faire connaître à l'autorité les contraventions aux statuts qu'il serait dans le cas d'apercevoir.

6e. QUESTION.

Quel mode de publicité convient-il de donner aux Sociétés anonymes ?

RÉPONSE.

Les autorisations des Sociétés anonymes continueront à être publiées dans le Bulletin des lois.

Les révocations d'autorisation seront publiées de même.

Les statuts des Sociétés anonymes doivent être insérés dans le Journal de la ville ou du département où est le siége de la Société, et dans le Moniteur.

Le tout sans préjudice des affiches prescritespar l'art. 45 du Code.

SOCIÉTÉS D'ASSURANCES EN GÉNÉRAL.

7e. QUESTION.

Convient-il de permettre à la même Société anonyme d'entreprendre des genres d'assurances différens, ou dont les chances n'ont entre elles rien de commun ?

RÉPONSE.

La même Société anonyme ne sera point autorisée à assurer des risques différens dont les chances n'ont rien de commun entre elles.

OBSERVATIONS.

Il pourrait résulter de l'autorisation accordée à la même Société d'assurer des risques différens, qu'elle essuierait des pertes par un genre d'assurances, et obtiendrait par l'autre des bénéfices. Si le capital ne formait qu'une seule masse, en cas de malheurs propres à une des branches d'assurances, les parties intéressées dans la spéculation qui tournerait plus favorablement et dont les primes produiraient des avantages aux assu-

reurs, auraient à se plaindre de partager la perte résultant d'une spéculation moins prospère à laquelle ils seraient étrangers, et de n'avoir pas, pour leur garantie, les profits que la Société faisait sur eux. Si la même Société imaginait de laisser deux capitaux distincts, elle pourrait se croire en droit de se liquider, d'un côté, et de partager, de l'autre, les dividendes, ce qui serait un scandale : il n'est donc ni naturel ni juste d'admettre la cumulation pour des genres d'assurances soumis à des chances qui n'ont point d'analogie.

Mais rien n'empêche les mêmes capitalistes de former des Sociétés différentes pour des risques différens.

SOCIÉTÉS D'ASSURANCES MARITIMES.

8e. QUESTION.	RÉPONSE.
Convient-il de fixer le *maximum* des assurances maritimes ?	Les Sociétés dont les spéculations portent sur des événemens incertains, telles que les Sociétés d'assurances maritimes, doivent exprimer dans leur statut le *maximum* de chaque assurance. Elles doivent le fixer en raison combinée du capital de la Société et de la nature et de l'étendue du risque.

OBSERVATIONS.

Il importe à la sûreté du commerce que ces Sociétés ne se livrent point à des entreprises disproportionnées avec les capitaux qu'elles engagent. Ce n'est qu'en divisant les chances jusqu'à un certain point, en s'abstenant d'en courir de trop fortes sur une seule affaire, enfin en se mettant dans le cas de balancer les unes par les autres, que les Sociétés peuvent se flatter d'arriver à d'heureux résultats.

9e. QUESTION.	RÉPONSE.
Les Sociétés d'assurances maritimes peuvent-elles assurer les risques de guerre ?	Il y a lieu d'autoriser les Sociétés à assurer les risques de guerre, même ceux de guerre survenante.

OBSERVATIONS.

Ces assurances sont prévues par le Code du commerce, et généralement usitées. On pourrait les interdire aux Sociétés

anonymes, sans porter un notable préjudice au commerce maritime, qui au premier bruit de guerre, ne pouvant plus diviser son nouveau danger entre ses assureurs ordinaires, serait forcé d'interrompre ses opérations ou de se mettre dans la dépendance des assureurs étrangers. Si les compagnies peuvent être exposées à payer, en cas de guerre, des indemnités supérieures à leur capital, ce danger peut être prévenu par la précaution déjà indiquée, de fixer le *maximum* de chaque assurance qu'elles seront autorisées à couvrir.

ASSURANCES SUR LA VIE.

10e. QUESTION.	RÉPONSE.
Y a-t-il lieu d'autoriser les Sociétés anonymes à s'engager à payer une somme déterminée au décès d'un individu, moyennant une prestation annuelle à payer par cet individu?	Cet engagement (en d'autres termes, *l'assurance sur la vie*) peut être autorisé; mais il ne doit pas être permis d'assurer sur la vie d'autrui sans son consentement.

OBSERVATIONS.

Ce genre de contrat peut être assimilé aux contrats aléatoires que permet le Code civil; il est même plus digne de protection que le contrat de rente viagère : c'est un sentiment bienveillant et généreux qui porte le souscripteur à s'imposer des sacrifices annuels pour assurer aux objets de son affection une aisance dont sa mort pourrait les priver.

La restriction proposée à l'égard de l'assurance sur la vie d'un tiers, s'explique et se justifie d'elle-même.

Ce contrat est susceptible de plusieurs combinaisons. Le Gouvernement jugera, d'après les principes ci-dessus, les divers modes que les Compagnies d'assurances pourront se proposer.

ASSURANCES CONTRE L'INCENDIE.

11e. QUESTION.	RÉPONSE.
Doit-on défendre aux Compagnies d'assurances pour les incendies, d'assurer le dernier dixième de la valeur?	On ne doit pas exiger cette condition des Compagnies qui ne voudraient pas en faire une règle; mais il est désirable et avantageux pour elles de l'adopter dans leurs statuts.

OBSERVATIONS.

Il convient infiniment aux assureurs contre l'incendie que l'assuré reste intéressé à veiller avec plus de soin sur sa propriété. Néanmoins on n'a pas cru nécessaire de prescrire une disposition trop facile à éluder dans les évaluations des effets soumis à l'assurance.

12e. QUESTION.	RÉPONSE.
Les effets mobiliers existant dans un édifice assuré contre l'incendie peuvent-ils être assurés séparément et auprès d'un autre assureur ?	Il dépend des Sociétés qui assurent les maisons, de faire à cet égard telles réserves qu'elles jugeront convenables dans leurs polices d'assurances.

OBSERVATIONS.

Il résulte de cette faculté que l'autorité n'a pas à intervenir, et à poser des principes ou à prononcer des restrictions qui, dans une infinité de cas, pourraient avoir des inconvéniens.

Paris, ce 11 juillet 1818.

Le Ministre Secrétaire d'état au département de l'intérieur,

Signé LAINÉ.

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LE PREMIER TRIMESTRE DE 1819.

***Ordonnance** du 13 janvier 1819, portant autorisation de conserver et de maintenir en activité la manufacture de sulfate de fer, d'alun, de magmats et d'oxide rouge de fer, établie en la commune de Quessy, département de l'Aisne.*

Manufacture de sulfate de fer, d'alun, etc., de la commune de Quessy.

Louis, etc., etc., etc.

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. Ier. Les sieurs Marie, René, Ferdinand et Augustin Jacquemard et compagnie sont autorisés à conserver et à maintenir en activité la manufacture de sulfate de fer, d'alun, de magmats et d'oxide rouge de fer, qu'ils possèdent en la commune de Quessy, arrondissement de Laon, département de l'Aisne, dont la consistance est déterminée par les plans ci-joints.

Art. II. Les impétrans se conformeront aux clauses et conditions énoncées au cahier des charges, annexé à la présente ordonnance, sous peine de la révocation de l'autorisation accordée.

Art. III. Ils payeront à titre de taxe fixe, et pour une fois seulement, aux termes de l'art. 75, de la loi du 21 avril 1810, pour chacun des ateliers dont se compose leur manufacture, savoir :

Cent francs, pour chacune des deux chaudières produisant de l'alun;

Soixante-quinze francs, pour chacune des quatre chaudières produisant du sulfate de fer, et cinquante francs pour chacune des quatre chaudières produisant des magmats; en tout sept cents francs, lesquels seront versés, dans le délai d'un mois, à partir de l'ordonnance, entre les mains du receveur de l'arrondissement.

Art. IV. Le préfet de l'Aisne est spécialement chargé de veiller à ce que les impétrans n'emploient dans leur usine que des minerais extraits à ciel ouvert, et dont l'extraction aura été autorisée conformément aux articles 57, 58, 71 et 72 de la loi du 21 avril 1810, par une permission qui déterminera les limites des exploitations et leurs règles sous les rapports de sûreté et de salubrité publiques; permission qui sera soumise à l'approbation de notre Ministre secrétaire d'Etat de l'intérieur.

Art. V. L'ingénieur des mines du département surveillera avec soin les exploitations qui alimentent cette usine, et portera son attention sur les cas prévus par les articles 68 et 69 de la loi précitée, d'après lesquels l'extraction à ciel ouvert devenant dangereuse ou nuisible à la complète exploitation des minerais, il deviendrait nécessaire d'exploiter par travaux souterrains, et par conséquent de soumettre les exploitations au régime des concessions.

Art. VI. Nos Ministres secrétaires d'Etat de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Mines de houille d'Erlenbach.

Ordonnance du 30 janvier 1819, portant concession des mines de houille découvertes sur le territoire d'Erlenbach, département du Bas-Rhin.

Louis, etc., etc., etc.

Notre Conseil d'Etat entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. Il est fait concession aux sieurs Jacques et Julien Cousaux frères, et Cuny, des mines de houille d'Erlenbach,

canton de Villé, arrondissement de Schelestat, département du Bas-Rhin, sur une étendue superficielle de 13 kilomètres carrés, 27 hectares, limitée suivant le plan joint à la présente ordonnance, savoir : Au nord; la limite entre les territoires des communes de Villé et d'Erlenbach, d'une part, et ceux des communes de Saint-Martin et de Breitenbach, d'autre part; limite qui est déterminée par 36 pierres bornes. A l'est : 1°. Une portion de la limite entre le territoire de la commune d'Erlenbach, et la forêt dite *Hohwald*; cette portion est déterminée par onze pierres bornes, dont la première est celle qui fait le point de séparation entre le Hohwald, la commune d'Erlenbach et celle de Breitenbach, et la dernière, celle plantée au lieu dit le *Kolberechel*, là où la forêt communale d'Erlenbach fait un angle saillant dans le Hohwald; 2°. Une ligne droite menée de cette dernière pierre borne à celle plantée au lieu dit *Baremberg*, laquelle sépare la forêt communale de Triembach du Hohwald et du territoire de la commune de Saint-Pierre-Bois et Hohwald. Au midi : 1°. La limite déterminée par dix pierres bornes, entre les communes de Triembach et Saint-Pierre-Bois et Hohwald; 2°. Une partie de la limite entre les communes de Triembach et de Saint-Maurice; cette portion est déterminée par neuf pierres bornes, dont la première est plantée au bord d'un ruisseau au point de séparation des communes de Saint-Pierre-Bois et Hohwald, de Triembach et Saint-Maurice, et la dernière auprès du ruisseau dit *Guissen*; 3°. La partie du ruisseau comprise entre cette dernière pierre borne et le point où il rencontre la limite entre les communes de Villé et de Bassemberg. A l'ouest : la partie de la limite entre les communes de Villé et de Bassemberg, comprise entre le ruisseau dit le *Guissen* et le point de départ, c'est-à-dire la pierre borne, faisant la séparation entre les territoires des communes de Villé, Bassemberg et de Saint-Martin.

ART. II. Le cahier des charges pour ladite concession, tel qu'il a été rédigé en Conseil général des Mines, présidé par notre directeur général des Ponts-et-Chausées et des Mines, et consenti par les concessionnaires, est, sauf l'article 9, approuvé, et sera annexé à la présente ordonnance, comme condition essentielle de la concession.

ART. III. Les concessionnaires acquitteront annuellement entre les mains du receveur des contributions de l'arrondisse-

ment, les redevances fixes et proportionnelles, établies par la loi du 21 avril 1810 et le décret du 6 mai suivant.

Art. IV. Conformément aux articles 6 et 42 de la loi précitée, ils payeront aux propriétaires de la surface une rétribution annuelle de dix centimes par hectare de terrain compris dans l'étendue de leur concession.

Art. V. Ils payeront en outre aux propriétaires de la surface les indemnités voulues par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril, relativement aux dégâts et non-jouissance de terrains occasionnés par l'exploitation.

Art. VI. Si, en vertu des dispositions de l'article 7 de la loi du 21 avril 1810, la propriété de la mine vient à être transmise d'une manière quelconque, soit à un individu, soit à une société, le titulaire quelconque de la concession sera tenu de se conformer aux charges et conditions prescrites par le présent acte de concession.

Art. VII. Les concessionnaires exécuteront tout ce qui sera prescrit par les lois et règlemens intervenus et à intervenir sur le fait des Mines.

Art. VIII. Nos Ministres secrétaires d'Etat aux départemens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Cahier des charges pour la concession des Mines de houille d'Erlenbach, arrondissement de Schelestat, département du Bas-Rhin.

Art. Ier. Les concessionnaires conduiront leurs travaux d'exploitation dans la montagne d'Erlenbach de la manière suivante :

(*a*) Les champs d'exploitation seront préparés par des galeries d'allongement, percées sur la couche de houille suivant sa direction. Ces galeries devront avoir un mètre 50 centimètres de largeur et un mètre 70 centimètres de hauteur.

(*b*) Des galeries d'airage seront conduites dans le sens du pendage de la couche d'une galerie d'allongement à l'autre.

(*c*) Des massifs de houille de 2 mètres d'épaisseur seront

conservés le long des galeries d'allongement. Ces massifs seront percés par de petites traverses au moyen desquelles on arrivera aux tailles.

(*d*) L'exploitation proprement dite aura lieu par tailles partant des galeries d'airage, et dont le front sera perpendiculaire aux galeries d'allongement. Les tailles, ainsi que les galeries d'airage, pourront n'avoir que la hauteur nécessaire au travail d'un ouvrier couché ; leur longueur sera aussi grande que le permettra la facilité du roulage dans l'intérieur de la mine.

(*e*) Les vides, produits par le déhouillement, seront remblayés par les déblais que fournira ce travail ; mais on conservera pour l'airage un conduit partant du fond des tailles et passant derrière les remblais pour arriver jusqu'aux galeries d'airage.

(*f*) Il ne sera permis d'abandonner une galerie et d'en retirer les massifs latéraux de houille, que lorsque toute la partie du gîte de ce combustible, située entre cette galerie et les deux galeries d'allongement voisines, sera totalement exploitée.

Art. II. Lorsque les concessionnaires voudront entreprendre l'exploitation des autres gîtes de houille qu'ils pourront découvrir dans l'étendue de leur concession, le mode d'exploitation à suivre leur sera présenté d'abord par l'Administration.

Art. III. Les concessionnaires exploiteront d'ailleurs de manière à ne point compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers, non plus que les besoins des consommateurs et la conservation des mines ; ils se conformeront en conséquence, soit pour l'exécution du plan prescrit, soit pour sa continuation dans l'avenir, aux instructions qui leur seront données par l'Administration des Mines et par les ingénieurs du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des Mines pourront donner lieu.

Art. IV. En cas d'abandon d'une partie ou de la totalité des ouvrages souterrains, ou de la renonciation à la concession, les concessionnaires seront tenus de prévenir le préfet par pétition régulière, au moins trois mois à l'avance, afin qu'il soit pris par l'Administration les mesures convenables pour la reconnaissance, la conservation ou l'abandon définitif des travaux, suivant l'état des choses.

Art. V. Les concessionnaires tiendront des plans réguliers des travaux d'exploitation et de recherche. Le plan des travaux souterrains sera tracé sur l'échelle d'un millimètre par

mètre et divisé en carreaux de 10 en 10 millimètres; il sera accompagné de deux coupes tracées d'une manière semblable, l'une suivant la direction, l'autre suivant le pendage des couches de houille. Le plan de la concession sera divisé en carreaux de 50 en 50 millimètres.

Toutes les années, dans le courant de janvier, les concessionnaires fourniront au préfet les plans et coupes des travaux souterrains exécutés pendant l'année précédente et les carreaux du plan de concession correspondans aux nouvelles attaques faites pendant la dernière année, sur lesquels ces points seront marqués. Ces plans seront rattachés aux plans généraux après vérification faite par les ingénieurs. En cas d'inexécution de cette clause ou d'inexactitude reconnue des plans, ils seront levés et dressés d'office aux frais des exploitans.

Art. VI. Indépendamment de ces plans, les concessionnaires tiendront un registre régulier de l'avancement des travaux, tant de recherche que d'exploitation, lequel devra faire connaître toutes les circonstances de l'exploitation dont il sera utile de conserver le souvenir; tel, par exemple, que l'allure des couches, leur épaisseur, la qualité de la houille, la nature du mur et du toît, la marche des crins et les changemens notables qui peuvent survenir dans toutes ces choses.

Art. VII. En exécution des décrets du 18 novembre 1810, et du 3 janvier 1813, ils tiendront constamment en ordre 1°. Un registre de contrôle des ouvriers; 2°. Un registre d'extraction et de vente. En outre, ils adresseront au préfet, tous les ans, et chaque fois que M. le directeur général des Mines en fera la demande, l'état des ouvriers employés, des frais de main-d'œuvre, des matériaux employés, de leurs prix, des produits en nature de l'exploitation et des prix de vente.

Art. VIII. Conformément à l'article 14 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire ne pourra confier la direction de son exploitation qu'à un individu qui justifiera des qualités nécessaires pour conduire les travaux : il ne pourra, conformément à l'article 25 du règlement de police souterraine, du 3 janvier 1813, employer en qualité de maîtres mineurs ou de chefs particuliers de travaux, que des individus qui auront travaillé dans les mines, comme mineurs, charpentiers ou boiseurs, au moins pendant trois années consécutives.

Haut-fourneau de Puyraveaux.

Ordonnance du 10 mars 1819, qui autorise la construction d'un haut-fourneau à Puyraveaux, commune de Vitrac, département de la Charente.

Louis, etc., etc., etc.

Notre Conseil d'Etat entendu ;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. Ier. Le sieur Léonard Brun est autorisé à construire, conformément aux plans joints à la présente ordonnance, un haut-fourneau à Puyraveaux, commune de Vitrac, arrondissement de Confolens, département de la Charente.

Art. II. Le cahier des charges pour l'érection de ce haut-fourneau, tel qu'il a été arrêté en Conseil général des Mines, présidé par notre directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, et consenti par le sieur Brun, est approuvé et sera annexé à la présente ordonnance, comme condition essentielle de l'autorisation accordée.

Art. III. L'impétrant payera, à titre de taxe fixe, et pour une fois seulement, aux termes de l'article 75 de la loi du 21 avril 1810, une somme de deux cents francs, qui sera versée dans le délai d'un mois, à partir de la signification de l'ordonnance, entre les mains du receveur de l'arrondissement.

Art. IV. Nos Ministres secrétaires d'Etat de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée aux Bulletin des lois.

Cahier des charges pour l'établissement d'un haut-fourneau sur l'étang de Puyraveaux, commune de Vitrac (Charente).

Art. Ier. Le haut-fourneau de Puyraveaux devra être construit conformément à la demande et au plan présenté par l'impétrant, et mis en activité dans le délai de deux ans, à compter de la date de la notification de la permission octroyée.

Art. II. Pour alimenter la nouvelle prise d'eau qu'il faudra ouvrir dans la levée de l'étang de Puyraveaux, le permissionnaire pourra élever les vannes des deux décharges de fond, actuellement existantes, et les pourra porter jusqu'à la hauteur d'un mètre 18 centimètres au-dessus du niveau de leurs seuils actuels; niveau fixé par un repère tracé sur le rocher voisin de la décharge de la rive droite, et qui sert de fondation à la digue de l'étang.

Art. III. Les constructions relatives à la conduite et à la distribution des eaux seront exécutées sous la direction et la surveillance des ingénieurs des Ponts-et-Chaussées du département; il sera dressé procès-verbal de la vérification de ces ouvrages après leur achèvement. Expéditions dudit procès-verbal seront déposées aux archives de la préfecture du département de la Charente, et à celles de la commune de Vitrac, pour y avoir recours au besoin, et il en sera donné avis à M. le directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines.

Art. IV. Les constructions relatives aux machines, fourneau et atelier, seront exécutées sous la direction et la surveillance des ingénieurs des Mines du département. Il sera dressé procès-verbal de la vérification des ouvrages après leur achèvement, dans les mêmes formes que ci-dessus.

Art. V. L'impétrant sera tenu à tous changemens ou indemnités nécessaires dans le cas où les constructions de la nouvelle prise d'eau viendraient à nuire aux propriétaires riverains, ou bien au moulin supérieur.

Art. VI. L'impétrant n'entreprendra aucune extraction de minerai qu'après avoir obtenu les autorisations prescrites par la loi du 21 avril 1810, relativement à l'exploitation des mines, et minières de fer.

Art. VII. Il ne pourra faire usage, pour laver les minerais, que des cours d'eau qui lui seront désignés, et il se conformera, pour l'établissement des patouillets et bocards, aux articles 73 et 80 de la loi du 21 avril 1810.

Art. VIII. Il payera à titre de taxe fixe, et pour une fois seulement, la somme qui sera déterminée par l'ordonnance à intervenir, conformément à l'article 75 de la susdite loi.

Art. IX. Il tiendra son usine en activité constante, et il ne la laissera pas chômer sans cause légitime reconnue par l'Administration.

Art. X. Il ne pourra ni augmenter, ni transformer son

usine, ni la transférer ailleurs, ni rien changer à la hauteur de la prise d'eau des empalemens, vannes et déversoirs, sans en avoir obtenu l'autorisation spéciale du Gouvernement dans les formes voulues par les lois et règlemens.

Art. XI. Dans le cas où, pour le service de la navigation, ou pour tout autre objet d'utilité publique, il conviendrait au Gouvernement d'ordonner sur le ruisseau de Rivaillon des ouvrages ou changemens qui deviendraient nuisibles à l'usine du permissionnaire, ou même en nécessiteraient la suppression, ces circonstances, dans aucun temps, ne pourront donner lieu à aucune demande en dommages et intérêts.

Art. XII. Conformément au décret du 18 novembre 1810, l'impétrant fournira au préfet tous les ans, et au directeur général des Mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, des états certifiés des matériaux employés, des produits fabriqués et des ouvriers occupés dans l'usine.

Art. XIII. L'impétrant se conformera aux lois et règlemens existans ou à intervenir sur le fait des usines, l'exploitation des bois et l'exploitation des minerais de fer, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'Administration des Mines, sur ce qui concerne l'exécution des règlemens de police relatifs aux usines, et à la sûreté des ouvriers.

Art. XIV. L'inexécution des conditions ci-dessus prescrites donnera lieu à la révocation de la permission, conformément à l'article 77 de la loi du 21 avril 1810.

Martinet à cuivre de la commune de Céret.

Ordonnance du 10 mars 1819, portant autorisation de convertir un ancien martinet à fer, sis commune de Céret, département des Pyrénées-Orientales, en un martinet à cuivre, sur une dérivation de la rivière du Tech, au-dessus du pont de la Ville; à la charge par les demandeurs de maintenir l'usine, composée d'un simple foyer, d'un marteau et d'une roue hydraulique, conformément au plan fourni par eux.

Fabrique de sulfate de fer et d'alumine de la commune de Promleroy.

Ordonnance du 10 mars 1819, portant autorisation de conserver et de tenir en activité la fabrique de sulfate de fer et d'alumine, établie en la commune de Promleroy, département de l'Oise.

Louis, etc, etc., etc.

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. Ier. Le sieur Louis-Marie Prud'homme est autorisé à conserver et tenir en activité la fabrique de sulfate de fer et d'alumine, qu'il possède en la commune de Promleroy, département de l'Oise, dont la consistance est déterminée par les plans ci-joints.

Art. II. L'impétrant se conformera exactement aux clauses et conditions énoncées au cahier des charges par lui souscrit le 20 novembre 1816, dont la copie sera annexée à la présente ordonnance, à peine de révocation de l'autorisation accordée.

Art. III. Il sera tenu, dans le délai d'un mois, à partir de la notification de la présente ordonnance, de déclarer au préfet de l'Oise, s'il entend exploiter ses minerais dans l'étendue de la concession du sieur Lancry de Promleroy, ou hors des limites de cette concession.

Dans le premier cas, il devra justifier de l'autorisation du concessionnaire; dans le second, solliciter du préfet une permission d'exploiter ; permission dont l'acte désignera les limites de l'exploitation et prescrira les règles nécessaires sous les rapports de la sûreté et de la salubrité publiques, conformément aux articles 57 et 58 de la loi du 21 avril 1810.

Art. IV. L'impétrant payera à titre de taxe fixe, et pour une fois seulement, aux termes de l'article 75 de la loi du 21 avril 1810, la somme de cinquante francs, laquelle sera versée dans le délai d'un mois, à partir de l'ordonnance, entre les mains du receveur de l'arrondissement.

Art. V. Nos Ministres secrétaires d'État aux départemens de l'intérieur et des finances, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

PROCÈS-VERBAL

DES ESSAIS

FAITS SUR LES MINERAIS DE FER

PROVENANT

DES FOSSES A CHARBON DE TERRE D'ANZIN ET FRESNES;

PAR MM. CLERE, Ingénieur au Corps royal des Mines, et TOURNELLE, Ingénieur-Mécanicien des mines d'Anzin.

LES gîtes houillers renferment en général des minerais de fer, qui s'y trouvent, soit en couches régulières de peu d'épaisseur, alternant quelquefois avec les bancs d'argile schisteuse et les veines de combustible, soit en morceaux isolés de dimensions très-variables, disséminés, tant entre les feuillets schisteux que dans le milieu même de la houille : c'est ce qu'on nomme à Anzin des *claias*.

L'abondance de cette substance minérale dans les mines d'Anzin avait fait naître l'idée d'entreprendre des essais en petit, il y a environ huit à neuf ans. Ils furent assez fructueux pour faire désirer une expérience en grand, qui devait incontestablement fixer l'opinion sur la richesse métallique et sur la qualité intrinsèque du fer.

L'opération fut entreprise par un maître de forges de Couvain, qui offrit lui-même ses soins et ses usines; mais, soit crainte de perdre un jour ses relations commerciales avec la compagnie



d'Anzin, à laquelle il fournissait du fer, soit que le travail ait été mal conduit, il prétendit, peu de temps après, n'avoir rien trouvé, et dès-lors on abandonna toute espèce de recherche à ce sujet.

Une suite d'essais en petit par la voie sèche nous fit connaître approximativement la richesse du minerai; mais de ces premières tentatives au traitement métallurgique, la transition est trop brusque et la réussite encore trop incertaine pour se hasarder à faire construire un haut fourneau. D'ailleurs, il est prudent de s'assurer au moins de la qualité du métal qu'on obtiendra en supposant un succès non douteux.

Nous en étions à concevoir les moyens de parvenir à ce dernier période de nos travaux, sans engager la compagnie dans des dépenses considérables, lorsque le haut fourneau de Trelon, le seul qui existe dans le département du Nord, fut offert à l'un de nous par son propriétaire, et accepté ensuite par M. l'Agent général.

Nous nous y sommes rendus le 13 février en amenant avec nous 7,500 kilogrammes environ de minerais, tant de Fresnes que d'Anzin, recueillis sans choix préalable. Les résultats que nous avons obtenus ont été très-satisfaisans, ainsi qu'on peut en juger par les détails qui suivent.

Cinq opérations ont été faites, savoir : la première avec du minerai d'Anzin non grillé et du minerai de Trelon, mélangés ensemble dans le rapport de 2 : 3.

La deuxième avec du minerai de Fresnes grillé et du minerai de Trelon dans le rapport aussi de 2 : 3.

La troisième avec du minerai de Fresnes pur, grillé.

La quatrième avec parties égales de minerais de Fresnes et d'Anzin, l'un et l'autre grillés.

La cinquième enfin, avec du minerai d'Anzin pur, grillé.

Première Opération.

Le 16 février, depuis une heure jusqu'à cinq heures du matin, on a passé dans le haut fourneau cinq charges composées chacune de deux baches de minerai bocardé, mais non grillé, d'Anzin, de trois baches de minerai de Trelon de l'espèce dite *mine jaune*, de quatre resps de charbon et d'une bache de castine. A ces cinq charges on a ajouté 18 kilogrammes de grenaille de fonte provenant du bocardage des crasses, résidus des manutentions antérieures.

Les scories ont commencé à paraître vers les onze heures. Elles étaient pesantes et boursoufflées. Leur couleur, d'un noir foncé, a diminué sensiblement d'intensité dans les scories subséquentes, de manière que les dernières, qui étaient moins lourdes et moins boursoufflées, ne présentaient plus qu'une teinte d'un gris-jaunâtre.

A quatre heures et demie du soir on a coulé la gueuse qui pesait 234 kilogrammes. Elle était truitée et à gros grains.

Les dix baches de minerai d'Anzin pesaient 300 kilogrammes, sans le poids de la mesure; les quinze baches de minerai de Trelon 330 kilogrammes; le resps de charbon équivaut à 19 kilogrammes, et la bache de castine à 21 kilogram.

Ainsi il résulte de ces données, que le mélange

a rendu 34 kilogrammes, 3 pour 100, en défalquant des 234 kilogrammes de fonte, les 18 kilogrammes de grenaille qui appartiennent à une opération précédente.

Pour obtenir les 216 kilogrammes de fonte, on a consommé 380 kilogrammes de charbon et 105 kilogrammes de castine, ce qui fait 175k.,9 de charbon et 48 kilogrammes, 6 de castine pour 100 kilogrammes de fonte, ou pour réduire 291k.,54 environ de minerai.

Deuxième Opération.

Le 17 février, depuis deux heures du matin jusqu'à cinq heures et demie, on a jeté dans le fourneau cinq charges de minerai grillé et bocardé, de Fresnes et de Trelon (1), dans le rapport de 2 du premier à 3 du second, avec les mêmes quantités de charbon, de castine et de grenaille que pour la première expérience.

La bache de minerai de Fresnes grillé et bocardé pèse 26 kilogrammes; de sorte qu'on a fondu 260 kilogrammes de Fresnes et 375 kilogrammes de Trelon de l'espèce dite *mine rouge*, dont le poids est de 25 kilogrammes même mesure.

Les premières scories, qui sont sorties à midi et demi, étaient lourdes, boursoufflées, et d'un gris-noirâtre; celles qui sont venues après avaient une teinte d'un gris-jaunâtre.

On a coulé la gueuse à sept heures du soir. Elle était grise et pesait 259 kilogrammes, dont

---

(1) Pour griller les 7,500 kilogrammes de minerais que nous avons amenés, on a consommé 22 resps de charbon ou 418 kilogrammes.

il faut retrancher 18 kilogrammes de grenaille, ce qui donne 241 kilogrammes pour la richesse réelle des deux minerais réunis.

Conséquemment ce mélange a rendu 37k.,9 de fonte pour 100; et comme on a consommé les mêmes quantités de charbon et de castine que dans la première expérience, il s'ensuit que pour obtenir 100 kilogrammes de fonte, ou pour réduire 263k.,8 de minerai, on a employé 157,k.7 de charbon et 45k.,6 de castine.

Troisième Opération.

Le 18, depuis trois heures du matin jusqu'à neuf heures, on a mis six charges (ou 624 kilogrammes) de minerai de Fresnes, bocardé et grillé, composées chacune de quatre baches, de quatre resps de charbon, d'une bache de castine et d'une demi-bache de scories pulvérisées.

A trois heures après midi les premières scories ont paru. Elles étaient très-fluides, noires, lourdes et boursoufflées, et du reste elles ont repris plus tard la couleur ordinaire.

A onze heures du soir on a coulé la gueuse qui pesait 274k.,1 de fonte pour 100 kilogrammes de minerai; et il résulte de là qu'il faut 165k.,8 de charbon (on a brûlé 456 kilogrammes en tout), et 45k.,8 de castine pour fabriquer 100 kilogrammes de fonte, ou pour réduire 226k.,7 de minerai.

Quatrième Opération.

Le 18 février, à dix heures du matin, on a chargé vingt-quatre baches de minerai de Fresnes et

d'Anzin par parties égales, qui pesaient en tout 624 kilogrammes; puis 456 kilogrammes de charbon, comme dans l'opération précédente, six baches ou 126 kilogrammes de castine et trois baches de scories.

La dernière charge a été mise à quatre heures du soir, et à onze heures les premières scories ont sorti : elles ne représentaient rien de particulier.

On a coulé le 19 à quatre heures et demie du matin. La gueuse était grise et pesait 262 kilogrammes, d'où l'on déduit 42 kilogrammes de fonte pour 100 kilogrammes de minerai; puis 174 kilog. de charbon avec 48 kilog. de castine, pour retirer 100 kilog. de fonte, ou pour fondre 238 kilog. de minerai.

Cinquième Opération.

On a passé vingt-quatre baches ou 636 kilogrammes (la bache pesait 26 kilogrammes) de minerai d'Anzin, du 8 février à quatre heures du soir jusqu'à dix heures : les quantités de combustible et de fondans ont été les mêmes que dans le travail précédent.

Les scories, qui ressemblaient à celles des deux dernières opérations, ont descendu le 19 à quatre heures et demie du matin, et on a coulé le même jour à dix heures.

La gueuse était grise-truitée et pesait 250 kilogrammes, ce qui porte la richesse du minerai à 39^{k},3.

On a consommé 182^{k},4 de charbon et 50^{k},4 de castine pour retirer 100 kilogrammes de fonte, ou pour fondre 254^{k},5 de minerai.

Il résulte que les richesses relatives des minerais de Fresnes et d'Anzin, pris séparément, ou combinés, soit entre eux, soit avec les minerais rouges et jaunes de Trelon, sont; savoir :

1°. Pour 2/5 d'Anzin non grillé avec 3/5 de mine jaune de Trelon, de. . . . . 34 kil. 4 p. o/o.
2°. Pour 2/5 de Fresnes grillé avec 3/5 de mine rouge de Trelon, de. . . . . 57 kil. 6 p. o/o.
3°. Pour Fresnes pur grillé, de.. . . . . 44 kil. 1 p. o/o.
4°. Pour parties égales de Fresnes et Anzin grillés, de. . . . . 42 kil. « p. o/o.
5°. Pour Anzin pur grillé, de. . . . . . 39 kil. 3 p. o/o.

Nous ferons actuellement observer d'abord que dans la fonte des minerais de Fresnes et d'Anzin on n'a pas repassé les scories; que par conséquent on a perdu, pour chaque opération, qui était composée de six charges, environ 18 à 20 kilogrammes de fonte, qu'il faut ajouter aux produits ci-dessus. En sorte que toutes choses égales d'ailleurs on aura au moins :

1°. Pour Fresnes. . . . . 47 kil. p. o/o.
2°. Pour Fresnes et Anzin. . . . . 45 kil. p. o/o.
3°. Pour Anzin. . . . . 42 kil. p. o/o.

D'un autre côté, que le fourneau qui avait déjà travaillé dix-neuf mois ne pouvait pas rendre les produits qu'on aurait été en droit d'attendre de lui vers le commencement ou au milieu de son temps. Conséquemment on peut inférer de là que ces résultats, quelque avantageux qu'ils paraissent, sont encore au-dessous de la vérité, et que la richesse réelle et moyenne va à-peu-près à 50 pour 100.

Raffinage de la gueuse.

Nous avons fait raffiner une partie de chaque gueuse, et nous avons obtenu les $\frac{2}{3}$ du poids en fer pur.

On a remarqué que le fer du n°. 1 s'est très-bien travaillé, mais que le laitier est sorti plus clair qu'il ne sort ordinairement;

Que le n°. 2 s'est également bien travaillé, et que son laitier était plus épais que celui du n°. 1, ce qui semblerait annoncer un fer plus fort;

Que le n°. 3 s'est bien travaillé, et que son laitier est sorti comme à l'ordinaire;

Que le n°. 4 s'est travaillé difficilement, que son fer s'écrasait sous le marteau et qu'il ne se soudait pas avec facilité : cependant on soupçonne que c'est plutôt un fer fort qu'un fer rouverin;

Enfin, que le n°. 5 a donné un bon fer.

Pour obtenir 432 kilogrammes de fer en barres, résultant de 648 kilogrammes de fonte, on a consommé 570 kilogrammes de charbon, ce qui fait environ 122 kilogrammes de charbon pour 100 kilogrammes de fer, ou 88 kilogrammes de charbon pour raffiner 100 kilogrammes de fonte.

Fresnes, près Condé, le 28 février 1817.

L'ingénieur au Corps royal des Mines, en service dans les départemens du Nord et des Ardennes,

Signé CLERE.

Une lettre de M. Clere, adressée à M. le directeur général, en date du 14 mars 1817, apprend qu'on a reconnu à Anzin plusieurs couches de minerai, dont deux entre autres qui forment le toit et le mur de la houille et qui portent 1 à 2 pieds de puissance; que la houille elle-même renferme une multitude de rognons ferrugineux et que l'on peut espérer de retirer, sans rien débourser pour l'extraction, plus de 800,000 kil. de minerai annuellement. R.

EXTRAIT D'UN RAPPORT

Au Conseil général des Mines, sur les minerais de fer des houillères d'Anzin et sur les essais en grand qui en ont été faits par MM. Clere *et* Tournelle (1);

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

LES échantillons envoyés par M. l'ingénieur Clere étaient au nombre de trois : l'un provenait des mines de Fresnes et Vieux-Condé, et les deux autres des mines d'Anzin. On les a essayés et analysés chacun séparément, et l'attention a été principalement dirigée sur la recherche du phosphore et de la proportion relative de silice et d'alumine, circonstances essentielles à connaître pour être à même de préjuger quelque chose sur la qualité de la fonte et sur le degré de fusibilité des minerais.

1°. *Minerai de Fresnes et de Vieux-Condé.*

Ce minerai est en masses, d'un gris jaunâtre, composées de grains globuliformes très-petits. Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 3,19.

(1) Ce rapport a été fait par ordre de M. le directeur général, et le Conseil en a adopté le contenu dans sa séance du 5 juin 1817.

Il est composé de :

Protoxide de fer......	0,425 ou	Carbonate de fer.......	0,698
Protoxide manganèse...	0,010	Carbon. de manganèse.	0,014
Magnésie............	0,028	Carbon. de magnésie...	0,058
Silice...............	0,110 }	Argile..............	0,170
Alumine............	0,060 }		
Acide carbonique, eau.	0,355	Eau, bitume.........	0,048
	0,988		0,988

Essai au creuset brasqué :

On a mélangé ensemble

15g. de minerai cru représentant....... 10g.,41 minerai grillé,
et 3g.,5 de carbon. de chaux représent... 1g.,96 de chaux.

Total....... 12g.,37

La réduction a eu lieu, mais les scories étaient mal fondues et presque pulvérulentes.

On a ajouté à un mélange semblable 1g. de silice pure, et la fusion a été parfaite; la scorie était compacte, vitreuse, grise transparente et parsemée de cristaux pierreux rectangulaires et opaques. La fonte pesait 5g.,70 ou 0,38.

2°. *Minerai d'Anzin.*

Ce minerai est compacte, d'un gris noir, à cassure terreuse ou à grains très-fins. Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 5,35.

Il est composé de :

Protoxide de fer.......	0,480 ou	Carbonate de fer......	0,780
Protox. de manganèse..	0,024	Carbon. de manganèse.	0,055
Magnésie............	0,004	Carbonate de magnésie.	0,009
Silice................	0,084 }	Argile..............	0,126
Alumine............	0,042 }		
Acide carb., eau et bit.	0,360	Eau et bitume........	0,044
	0,994		0,994

Essai au creuset brasqué :

On a mélangé ensemble

15g. de minerai cru représentant.	10g.,38	minerai grillé.
2g. de carbonate de chaux représentant	1g.,12	de chaux.
TOTAL.	11g.,50	

La fusion a été imparfaite, et la scorie pierreuse et opaque; cependant on a pu en séparer les grenailles de fonte, qui ont pesé 5g.,64 ou 0,389.

3o. *Autre minerai d'Anzin.*

Ce minerai est d'un gris clair, composé de grains globuliformes de la grosseur d'un très-petit pois, agglutinés entre eux et par une argile bitumineuse tantôt grise et tantôt noire. Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 3,15 g.

Il est composé de :

Protoxide de fer.	0,435	*ou*	Carbonate de fer.	0,700
Protox. de manganèse. .	0,012		Carbon. de manganèse. .	0,017
Magnésie.	0,007		Carbonate de magnésie.	0,015
Silice.	0,110	}	Argile.	0,148
Alumine.	0,038	}		
Acide carb., eau et bit. .	0,390		Eau et bitume.	0,112
	0,992			0,992

Essai au creuset brasqué :

On a mélangé ensemble

9g.,99 de minerai grillé provenant de 15gr. de minerai cru.
1g.,12 de chaux.

11g.,11

La fusion a été imparfaite; la scorie était compacte, opaque, et formait une masse poreuse parsemée de grosses grenailles de fonte : cependant on a pu séparer exactement celles-ci. Elles pesaient $5^{gr},25$ ou 0,35.

La fusion des deux dernières variétés de minerais a été imparfaite, parce que la quantité d'alumine qu'ils contiennent est trop forte relativement à la quantité de silice : ils auraient parfaitement fondu si on y eût ajouté un peu de silice, comme le prouve l'expérience faite sur la première variété.

Ces minerais ne contiennent pas du tout de chaux, et on n'y a pas trouvé la moindre des traces de soufre ni de phosphore.

Les variétés 1 et 3 sont remarquables, sous le point de vue minéralogique, par leur structure; elles sont analogues au fer oxidé et hydraté en grains, et aux oolithes calcaires : et on pourrait les désigner sous le nom de *fer carbonaté argileux oolithe*.

On voit par les expériences ci-dessus, que les minerais de Fresnes et d'Anzin sont très-riches et d'excellente qualité, puisqu'ils ne renferment aucune substance nuisible; mais on doit observer que les minerais de fer qu'on trouve dans les houillères sont rarement aussi riches, et qu'ordinairement ils sont d'autant plus pauvres, qu'ils se trouvent en couches mieux réglées; qu'il y en a même beaucoup qui ne peuvent pas donner plus de 0,15 à 0,20 de fonte, et que, si on en entreprend l'exploitation, on ne doit pas s'attendre à un produit moyen de plus de 0,25 à 0,30.

Je ferai remarquer aussi que, comme j'ai trouvé dans plusieurs variétés de minerais semblables, provenant des mines de houille de Saint-Etienne, de l'acide phosphorique en proportion quelquefois très-forte, il sera prudent de rechercher cette substance, par l'analyse chimique, dans tous les minerais dont l'aspect aura quelque chose de particulier.

Les minerais de Fresnes et d'Anzin sont mélangés, en proportions variables, d'une argile qui renferme beaucoup d'alumine, et qui, à cause de cela, ne peut se vitrifier parfaitement avec la chaux. Il en résulte que, dans le traitement en grand, il sera nécessaire de mêler ces minerais à d'autres minerais, dans lesquels la proportion de silice sera très-prédominante par rapport à la proportion d'alumine, ou bien ajouter, comme fondant, du quarz avec de la castine.

Il a paru tout-à-fait superflu d'analyser les fontes et le fer dont M. Clere a envoyé des échantillons. Plusieurs maîtres de forges habiles les ont examinés, et ont jugé qu'ils devaient être de très-bonne qualité; le fer leur a paru d'un très-bon grain, nerveux, et devoir être très-tenace : ils pensent que le n°. 4, quoique mal soudé, doit jouir à-peu-près des mêmes qualités que les autres numéros, et qu'en le travaillant avec soin au moment de la formation de la loupe, on pourra l'obtenir exempt de gerçures.

La compagnie d'Anzin pourra retirer un grand fruit des essais que M. l'ingénieur Clere a dirigés pour elle. Ces essais, qui sont les

premiers que l'on ait faits en grand dans le royaume, avec de semblables minerais, auront encore l'heureux résultat de déterminer les maîtres de forges à mettre à profit ceux que renferment toutes nos mines de houille, minerais dont quelques-uns s'obstinent encore à méconnaître la nature.

ESSAIS ET ANALYSES

D'UN

GRAND NOMBRE DE MINERAIS DE FER

PROVENANT

DES HOUILLÈRES DE FRANCE;

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

Tous les terrains de grès houillers renferment des minerais de fer. Ces minerais sont de deux espèces : 1°. du fer carbonaté; 2°. du fer hydraté: les premiers sont très-communs, les seconds le sont beaucoup moins. J'observai, il y a dix ans, pour la première fois en France, le fer carbonaté dans les houillères, aux mines des Barthes, département de la Haute-Loire; les ouvriers le prenaient pour une lave; je constatai sa nature par l'analyse; bientôt après MM. Descostils et Le Boullanger en analysèrent de semblables provenant des départemens du Gard et de l'Orne, de Saarbruck et de l'Angleterre. Je le retrouvai ensuite en abondance dans les mines de Moriat (Cantal), de Montaigu (Puy-de-Dôme), de Fins, Noyant et Commentry (Allier), de Décize (Nièvre), de Blauzy, le Creusot, etc. (Saône-et-Loire). M. Ramus en trouva plusieurs couches à Beauchamp (Saône-et-Loire), en recherchant de la houille. M. l'ingénieur en chef de Gallois (1), placé en station dans le département de la Loire, en

(1) *Annales des Mines*, tome III, page 517.

1814, découvrit ce minerai dans presque toutes les mines de houille de ce département, et en envoya une collection nombreuse et très-variée au Laboratoire de l'Ecole, pour y être essayée et analysée. M. l'ingénieur Clere fit un envoi semblable au commencement de 1817, provenant des mines du département du Nord (voy. l'article précédent). Enfin, plusieurs autres ingénieurs et minéralogistes ont constaté l'existence du même minerai dans une multitude d'autres endroits.

Je vais rapporter dans cet article les résultats de toutes les expériences qui ont été faites jusqu'à présent au Laboratoire de l'Ecole des mines, sur les minerais de fer des houillères. La connaissance de ces résultats pourra intéresser MM. les maîtres de forges : pour la leur rendre aussi utile que possible, j'indiquerai la marche qui me paraît la meilleure à suivre pour essayer de semblables minerais, et pour en faire une analyse complète. M. l'ingénieur Le Boullanger est l'auteur de plusieurs des analyses des minerais de la Loire, que je citerai : MM. les élèves des mines ont participé à toutes les autres avec autant de zèle que de soin.

Le fer carbonaté des houillères est un mélange, en proportions très-variables, de fer carbonaté, de manganèse carbonaté, de magnésie carbonatée, de chaux carbonatée, d'argile ou de sable et de bitume, ou plutôt de houille. Quelquefois il contient aussi du phosphate de fer, qui lui donne le défaut de produire du fer cassant à froid; enfin, il est souvent associé avec des pyrites qu'on ne peut pas toujours en séparer par le triage.

Les quatre carbonates que j'ai cités sont mélangés intimement; c'est à-dire qu'ils se sont séparés en même temps d'une même dissolution : mais l'argile, le sable, etc., ne sont mélangés que mécaniquement, et le mélange est même souvent visible à l'œil. C'est ce mélange qui donne au fer carbonate des houillères l'aspect qu'on lui connaît, et c'est par-là que ce minéral diffère du fer carbonaté dit *fer spathique*, qui se trouve dans les terrains primitifs et intermédiaires. Je pense, d'après cela, que le meilleur nom minéralogique qu'on puisse lui donner, est celui de *fer carbonaté argileux* : ce nom exprime parfaitement sa nature chimique, il ne fait tomber dans aucune erreur, et il est conforme au système général de la nomenclature minéralogique; le fer carbonaté des houillères est au fer spathique ce qu'est la chaux carbonatée argileuse ou compacte, à la chaux carbonatée spathique et saccharoïde. Le nom de *fer carbonaté lithoïde*, proposé par M. de Gallois, me paraît impropre : on a appliqué avec justesse l'épithète *lithoïde* aux laves qui ont l'aspect pierreux, pour les distinguer des laves vitreuses et scoriformes; mais le fer spathique ressemble autant à une substance pierreuse que le fer carbonaté des houillères, et cette ressemblance est même plus habituelle : car lorsque le minerai des houillères est chargé d'une grande quantité de bitume, il perd l'apparence lithoïde pour prendre celle d'un combustible.

Pour tirer tout le fruit possible d'un essai de fer carbonaté argileux par la voie sèche, je conseille de procéder comme il suit :

On réduit le minerai en poudre, et on le passe

à travers le tamis de soie : on en met 5 grammes dans une fiole à médecine, on verse dessus de l'eau régale, et on fait bouillir pendant une demi-heure : au bout de ce temps on verse tout sur un filtre, on lave, on sèche le filtre, on le brûle, et on calcine au rouge la matière qu'il contient; cette matière est l'argile, quelquefois mêlée de bitume, que l'acide n'a pu dissoudre : on la pèse exactement; d'après cette donnée on détermine la proportion de chaux qu'il faut ajouter au minerai pour le faire fondre. Si le minerai est gris, et ne contient par conséquent que peu de bitume, on peut l'essayer sans le griller; mais s'il est noir et très-mélangé de houille, le grillage est nécessaire pour brûler le charbon qui, sans nuire à la fusion, empêcherait la matière de se former en culot. On peut faire ce grillage dans un têt à rôtir à la chaleur rouge; mais il est mieux de l'opérer dans un creuset de platine, et de calciner ensuite la matière à une forte chaleur blanche : on en sépare par-là l'acide carbonique et toutes les matières volatiles, et, en prenant le poids de la matière calcinée, on en déduit un moyen de vérifier l'exactitude de l'essai, ainsi que je le ferai voir par un exemple.

Comme la plupart des minerais de fer des houillères ne renferment pas sensiblement de chaux (je citerai une exception), il faut, pour en déterminer la fusion, ajouter une certaine quantité de cette terre. La quantité à ajouter est relative à la proportion de l'argile : elle peut varier, sans inconvéniens, entre des limites assez étendues : j'ai trouvé qu'elle doit être de au moins le quart du poids de l'argile, et qu'elle ne doit

guère dépasser la moitié; la meilleure me paraît être des deux cinquièmes. Au lieu de chaux caustique, qu'il serait difficile de conserver exactement à cet état, il vaut mieux se servir de chaux carbonatée bien pure, telle que du marbre blanc, qui renferme 0,56 de chaux: alors on l'emploie dans la proportion moyenne des $\frac{3}{4}$ du poids de l'argile. Si l'on n'avait à sa disposition que du calcaire compacte argileux, il faudrait en augmenter d'autant plus la proportion qu'il serait plus impur. Le mélange du calcaire et du minerai étant fait, on le place dans un creuset brasqué de charbon, sans addition d'huile ni d'aucune autre substance propre à réduire, qui serait tout-à-fait superflue et qui au contraire pourrait nuire: la réduction de l'oxide métallique s'opère sans difficulté et par voie de cémentation, au moyen de la brasque. On remplit le creuset de poussière de charbon, on lute un couvercle, et l'on chauffe convenablement le creuset placé sur un morceau de brique réfractaire, dans un fourneau de 3 décimètres de côtés. On peut aisément faire trois essais à-la-fois dans un semblable fourneau, lorsqu'on n'opère que sur 10 ou 15 gram. au plus, quantité très-suffisante pour avoir un bon résultat.

Après la fusion on pèse le culot entier: la perte en poids est due au dégagement de l'acide carbonique et de l'oxigène, on a la proportion de celui-ci en retranchant de la perte à l'essai, la perte que le minerai a éprouvée par la calcination; si l'essai est exact, la quantité d'oxigène doit correspondre, à très-peu près, à la quantité de fonte obtenue. La fonte forme un culot principal qui se détache aisément de la scorie; mais, presque tou-

jours, celle-ci est recouverte, à sa surface, d'une multitude de petites grenailles : on les recueille aisément à l'aide du barreau aimanté, après avoir réduit la scorie en poussière. L'aspect de la scorie donne des indices précieux sur le degré de fusibilité du minerai : on peut aussi, jusqu'à un certain point, juger de la qualité de la fonte par le grain du culot et la facilité plus ou moins grande avec laquelle il se laisse briser ou aplatir.

Mais lorsqu'on peut faire une analyse complète du minerai par la voie humide, on a l'avantage de déterminer deux choses très-essentielles : 1°. la présence ou l'absence du phosphore, et sa proportion lorsque le minerai en contient ; 2°. la proportion relative de la silice et de l'alumine. Le phosphore rend le fer cassant à froid, et il en faut une très-petite quantité pour produire cet effet. La silice et l'alumine peuvent être, l'une par rapport à l'autre, dans des proportions telles que le minerai soit infusible ou très-difficilement fusible lorsqu'on n'y ajoute que de la chaux : cela arrive le plus souvent parce que l'alumine est en trop grande quantité. On en a vu un exemple à l'article relatif aux minerais d'Anzin, page 345. Les premières expériences faites à Saint-Étienne avaient fait penser, au contraire, que ces minerais étaient en général très-siliceux ; mais on s'est bientôt aperçu que la matière insoluble dans les acides, que l'on prenait pour de la silice, était une combinaison argileuse de silice et d'alumine, très-variable et fort souvent très-alumineuse.

On peut faire ces analyses de plusieurs manières, et il est même convenable de modifier les procédés selon les circonstances ; mais, en

général, elles réussissent bien en suivant la marche que voici.

On prend 10 grammes de minerai réduit en poudre impalpable, on les grille et on les calcine dans un creuset de platine; le fer s'y trouve alors, presque en totalité, à l'état de peroxide, et le manganèse à l'état de deutoxide: on fait bouillir sur la matière grillée, de l'acide muriatique, auquel on ajoute une petite quantité d'acide nitrique; on filtre et on recueille l'argile que l'on analyse séparément, par les moyens connus, en la fondant avec de la potasse au creuset d'argent. On rapproche la liqueur presque à siccité à une douce chaleur, pour en chasser le grand excès d'acide, on l'étend ensuite de beaucoup d'eau, et on y ajoute peu-à-peu un sous-carbonate alcalin ordinaire, jusqu'à ce qu'elle se trouve complétement décolorée; on filtre le dépôt ferrugineux et on le traite encore humide par le vinaigre; on évapore jusqu'à siccité à une douce chaleur, on reprend par beaucoup d'eau et on fait bouillir la liqueur: si elle conserve une légère couleur, on l'évapore de nouveau, mais ordinairement elle est parfaitement limpide; on la réunit à celle de laquelle on a précipité le fer; ces liqueurs contiennent de la chaux, de la magnésie et de l'oxide de manganèse, et quelquefois, mais très-rarement, un peu d'alumine. On en précipite le manganèse par l'hydrosulfate de potasse; la chaux, par l'oxalate de potasse; et ensuite la magnésie par la potasse, en ayant l'attention de faire bouillir la liqueur. On calcine séparément et très-fortement l'hydrosulfate de manganèse, l'oxalate de chaux et la magnésie, après les avoir bien lavés; on calcine

aussi le dépôt ferrugineux, et on pèse toutes ces substances. C'est dans le dépôt ferrugineux que se trouve l'acide phosphorique, lorsque le minerai en contient : on le chauffe au rouge pendant une demi-heure, dans un creuset d'argent, avec son poids de potasse ou de soude caustique, on le délaye ensuite avec de l'eau dans laquelle on le fait bouillir, et on filtre; on sature la liqueur avec de l'acide nitrique ou muriatique, on la fait bouillir pour en dégager le gaz acide carbonique, et on y ajoute ensuite un excès d'ammoniaque. Il arrive souvent que cet alcali en précipite un peu d'alumine ou de phosphate d'alumine; mais la quantité en est toujours très-petite : enfin on y verse un sel de chaux (nitrate, muriate ou acétate), ou même de l'eau de chaux. Si le minerai ne contient pas d'acide phosphorique, il ne se forme pas de précipité; dans le cas contraire, il se fait un dépôt volumineux de phosphate de chaux : on le recueille sur un filtre, on le lave, on le calcine et on le pèse; 100 parties de ce phosphate représentent 0,4845 d'acide phosphorique et 0,213 de phosphore (1).

Pour avoir ensuite la véritable composition de minerai, il faut ramener par le calcul le fer et le manganèse à l'état de protoxide, et ajouter la quantité d'oxigène que l'on retranche des oxides obtenus par l'analyse à la perte par la calcination,

(1) Le docteur Wollaston a imaginé un moyen très-ingénieux pour faire la recherche de l'acide phosphorique; mais ce moyen, qui consiste à précipiter l'acide phosphorique à l'état de combinaison insoluble avec l'ammoniaque et la magnésie, ne peut réussir qu'entre des mains très-exercées dans la pratique de la chimie.

pour avoir la proportion exacte de l'acide carbonique, etc.

La recherche du soufre dans les minerais des houillères est inutile, parce qu'ils en contiennent toujours une certaine quantité qui provient des pyrites mélangées, et que cette quantité dépend absolument du soin que l'on prend dans l'opération du triage.

MINES DE FER DES HOUILLÈRES DE BRASSAC. (HAUTE-LOIRE).

Les couches de houille de ce canton sont très-puissantes. On y rencontre fréquemment, au milieu même du combustible, du fer carbonaté en rognons plus ou moins gros : ces rognons ont quelquefois un grand volume, et forment des barrages : les ouvriers les nomment *pierres d'enfer* à cause de leur dureté ; il y en a aussi dans les schistes qui accompagnent la houille : enfin on en connaît une couche qui suit la mine du Gros-Mesnil dans toute sa longueur, et qui paraît être fort riche : nul doute qu'il n'en existe d'autres dans le même terrain ; car on retrouve le minerai en rognons dans toutes les couches exploitées, aux Barthes, à Charbonnier, etc. Cette localité mérite d'attirer l'attention des métallurgistes, et je n'en connais pas qui présente de plus grandes chances de succès pour l'établissement d'une usine à traiter le minerai des houillères. En effet, le terrain houiller est vaste : on y connaît un grand nombre de couches très-épaissse qui fournissent du combustible de qualités variées, et dont une partie est très-recherchée pour le travail des forges ; il est bordé d'un côté par l'Allier, qui dans cette partie est navigable

à plusieurs époques de l'année, et de l'autre par la route de Clermont au Puy, dont un embranchement conduit dans la Haute-Auvergne : il est traversé par l'Allagnon, rivière encaissée dans des gorges profondes, et qui roule un volume d'eau capable de faire mouvoir des machines très-puissantes. Enfin il est situé au milieu d'un vaste pays absolument dépourvu de mines de fer, et qui pourrait absorber tous les produits d'une grande usine.

Minerai en rognons trouvé à Megescôte. Compacte, grisâtre, avec une teinte de rouge produite par un commencement de décomposition. Pesanteur spécifique, 3,01.

Composition

Peroxide de fer........	0,350	*ou*	Carbonate de fer......	0,520
Deutoxide de mangan..	0,003		*id.* de manganèse.	0,004
Magnésie............	0,016		*id.* de magnésie ..	0,038
Perte par calcination...	0,255		Eau et bitume.......	0,062
Silice	0,265	}	Argile..............	0,383
Alumine.............	0,118	}		
	1,007			1,007

Essai au creuset brasqué :

10g. de minerai cru représentant....	Minerai grillé...	7,45
5g. *de* carb. de chaux représentant..	Chaux.........	1,68
		9,13

La fusion a été parfaite et on a eu :

Fonte et grenailles....	2,24	} Total..............	8,25
Scorie...............	6,01	}	
		Perte due à l'oxigène...	0,88

Cette quantité d'oxigène correspond presque exactement avec la quantité de fonte obtenue.

Cette fonte a paru de très-bonne qualité. La scorie était compacte, vitreuse, transparente sur les bords et grise; en retranchant de son poids la chaux ajoutée, il reste 4g,33 qui excèdent de 0,50 la quantité d'argile obtenue par l'analyse; ces 0g,50 représentent la magnésie, le manganèse et un peu d'oxide de fer; ils indiquent en même temps que par l'action des acides il s'est dissous une petite quantité d'alumine; d'où il suit que la proportion d'oxide de fer trouvée par l'analyse est un peu exagérée, tandis que celle de l'argile se trouve un peu trop faible. On voit par l'exposé que nous venons de faire, seulement pour servir d'exemple, comment on peut vérifier l'exactitude d'un essai, et comment, en comparant les résultats obtenus par la voie sèche et par la voie humide, on parvient à les rectifier.

Minerai en rognons trouvé dans la mine des Barthes.

Peroxide de fer.......	0,510	*ou*	Carbonate de fer....	0,748
Deutox. de manganèse.	0,015		*id.* de manganèse.	0,021
Magnésie............	0,000		*id.* de chaux.....	0,018
Chaux...............	0,010		Eau et bitume.......	0,043
Perte par calcination...	0,295			
Silice	0,090	}	Argile..............	0,160
Alumine.............	0,070	}		
	0,990			0,990

Minerais faisant partie d'une couche qui accompagne la mine de houille du Gros-Mesnil. Ils sont compactes, d'un gris brun et un peu micacé.

On en a essayé deux variétés :

L'une a perdu 0,242 par la calcination, et a donné 0,20 d'argile par l'action des acides.

Elle a parfaitement fondu avec 0,15 de car-

bonate de chaux, et a produit 0,375 de bonne fonte et une scorie vitreuse gris de silex.

L'autre a perdu 0,238 par la calcination, et a donné 0,25 d'argile par l'action des acides.

Elle a parfaitement fondu avec 0,20 de carbonate de chaux, et a produit 0,333 de bonne fonte et une scorie vitreuse gris de silex.

MINES DE FER DES HOUILLÈRES DES GABLIERS, FINS ET NOYAUT (DÉPARTEMENT DE L'ALLIER).

Dans ces mines le minerai de fer a été observé : 1°. en rognons, tantôt dans la houille, tantôt dans les argiles-schisteuses grises et noires, connues dans le pays sous les noms de *baumes* ou *menus noirs*, qui servent de toit et de mur au combustible ; et 2°. en couches minces alternant avec ces roches.

Dans la houille, les rognons sont ordinairement globuleux : lorsqu'on les brise, on trouve souvent dans leur intérieur de la chaux carbonatée blanche et laminaire, des pyrites et de la houille. Dans les *baumes*, les rognons sont presque toujours très-aplatis. Le minerai en couches est presque toujours moins riche que les rognons. Ces minerais pourraient être d'une grande ressource pour le haut-fourneau de Messarges, qui s'approvisionne difficilement sur des minières presque épuisées; mais l'exploitant n'a pas jugé à propos d'en faire l'essai.

1°. *Minerai en rognons dans la houille*. Il est compacte et gris. Sa pesanteur spécifique est de 3,26.

Il perd par la calcination 0,30, et donne par l'action des acides 0,43 d'argile.

On l'a essayé avec 0,15 de carbonate de chaux :

on en a obtenu 0,304 de bonne fonte; mais la fusion était imparfaite et la scorie était pierreuse et opaque.

Par l'analyse on a trouvé dans ce minerai :

Peroxide de fer.......	0,439	*ou*	Carbonate de fer.....	0,650
Oxide de manganèse..	0,002		*id.* de manganèse.	0,003
Magnésie............	0,020		*id.* de magnésie..	0,043
Perte par calcination...	0,305		Eau et bitume.......	0,070
Silice..................	0,102	}	Argile..............	0,232
Alumine.............	0,130	}		
	0,998			0,998

2°. *Minerai en rognons dans les* BAUMES. Compacte, en partie gris et en partie rouge clair; sa pesanteur spécifique est de 3,52.

Il a perdu par la calcination 0,289, et il a donné par les acides 0,146 d'argile.

Il a parfaitement fondu avec 0,15 de carbonate de chaux, et a produit 0,396 de bonne fonte et une scorie vitreuse d'un gris foncé et transparente sur les bords.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer.......	0,542	*ou*	Carbonate de fer.....	0,800
Oxide de manganèse..	0,011		*id.* de manganèse..	0,016
Magnésie............	0,009		*id.* de magnésie..	0,020
Chaux...............	0,003		*id.* de chaux.....	0,005
Perte par calcination...	0,289		Eau et bitume.......	0,013
Silice..............	0,128	}	Argile..............	0,146
Alumine.............	0,018	}		
	1,000			1,000

3°. *Minerai de fer trouvé en couches auprès de la mine de houille de Fine.* Compacte et un peu schisteux, noir, tendre; poussière grise : pesanteur spécifique, 3,00. Il a perdu par la calcination 0,277, et il a donné par l'action des acides 0,26 d'argile.

Il a parfaitement fondu avec addition de 0,15 de carbonate de chaux, et il a produit 0,27 de bonne fonte et une scorie vitreuse d'un gris violet et transparente sur les bords.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer......	0,373	*ou*	Carbonate de fer.....	0,553
Oxide de manganèse..	0,017		*id.* de manganèse.	0,022
Magnésie............	0,019		*id.* de magnésie..	0,040
Chaux...............	0,060		*id.* de chaux.....	0,110
Perte par calcination..	0,277		Eau et bitume.......	0,021
Silice..............	0,250		Argile..............	0,259
Alumine.............	0,009			
	1,005			1,005

MINES DE FER DES HOUILLÈRES DE COMMENTRY (DÉPARTEMENT DE L'ALLIER).

La couche de houille de Commentry n'a encore été exploitée qu'à une très-petite profondeur : c'est une des plus puissantes et des plus étendues que l'on connaisse. On trouve dans les déblais du minerai de fer en rognons, mais en petite quantité, et nous en avons observé, M. Puvis et moi, une couche épaisse seulement de quelques centimètres dans le toit de la mine. M. Rambourg, propriétaire des belles usines de Tronçay, et un des plus habiles maîtres de forge du royaume, à qui cette mine appartient, se propose d'y rechercher le minerai de fer et de le traiter avec la houille : pour alimenter son établissement, il aura la ressource des mines de Montaigu, qui ne sont qu'à trois lieues de Commentry, et dans lesquelles j'ai observé beaucoup de minerai de fer, et de celles de Bézenay, encore moins éloignées, et qui en renferment probablement aussi.

1°. *Minerai de fer en rognons recueilli dans les déblais.* Noir, compacte, avec indices de lamelles; pesanteur spécifique, 3,18 : il a perdu par la calcination 0,35 : il a été essayé avec le borax, et il a produit 0,38 de bonne fonte.

2°. *Minerai en couche mince.* Compacte ou un peu schisteux, gris.

Il a perdu par la calcination 0,30, et il a donné par l'action des acides 0,23 d'argile.

Il a parfaitement fondu avec addition de 0,25 de carbonate de chaux, et il a produit 0,32 de bonne fonte et une scorie vitreuse et d'un gris de silex.

MINES DE FER DES HOUILLÈRES DE DECIZE (NIÈVRE).

On n'a pas encore observé le minerai en couches, mais on le trouve abondamment en rognons dans le toit et dans le mur des veines de houille; j'en ai essayé plusieurs variétés, qui m'ont donné de 0,25 à 0,35 de fonte.

MINES DE FER DES HOUILLÈRES DE SAINT-ÉTIENNE ET DE RIVE-DE-GIER (DÉPARTEMENT DE LA LOIRE).

Le mémoire qu'a publié M. de Gallois (*Annales des Mines*, tom. III, pag. 517) me dispense d'entrer dans aucun détail à l'égard de ces minerais; je suivrai, pour les décrire, le catalogue de la collection qu'il a déposée à l'Ecole des Mines, et j'emploierai les numéros de ce catalogue.

Minerais de fer de Rive-de-Gier.

A. *Minerais du Puits-de-l'Espérance, à la mine des Verchères.*

1. *Grès.* Gris clair, à grains très-fins, très-dur; pesanteur spécifique, 3,08.

Il a perdu par la calcination 0,297.

Il a parfaitement fondu avec 0,30 de carbonate de chaux, et a produit 0,26 de fonte et une scorie vitreuse, gris-verdâtre et translucide.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer	0,335	*ou*	Carbonate de fer	0,492
Oxide de manganèse	0,016		*id.* de manganèse	0,024
Chaux	0,020		*id.* de chaux	0,037
Perte par calcination	0,297		Eau et bitume	0,115
Silice	0,275	}	Argile	0,337
Alumine	0,062	}		
	1,005			1,005

2. *Autre grès.* D'un gris plus clair, légèrement micacé; pesanteur spécifique, 2,75.

Il a perdu par la calcination 0,165.

Il a parfaitement fondu avec 0,40 de carbonate de chaux, et a produit 0,083 de fonte et une scorie vitreuse, grise et translucide.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer	0,135	*ou*	Carbonate de fer	0,219
Oxide de manganèse	0,003		*id.* de manganèse	0,004
Magnésie	0,008		*id* de magnésie	0,018
Chaux	0,074		*id.* de chaux	0,133
Perte par calcination	0,246		Eau et bitume	0,092
Silice	0,471	}	Argile	0,534
Alumine	0,063	}		
	1,000			1,000

Ces grès forment des bancs de 4 à 6 pouces d'épaisseur; on en compte 6 à 7.

4. *Minerai formant des rognons isolés dans les schistes.* Compacte avec quelques veines spathiques, légèrement micacé, gris clair, peu dur; pesanteur spécifique, 3,27.

Il a perdu par la calcination 0,227.

Il a mal fondu sans addition. Il a parfaitement fondu avec addition de 0,16 de carbonate de chaux, et a produit 0,28 de fonte écailleuse à sa surface, et une scorie vitreuse, grise et translucide.

B. *Grès formant des rognons quelquefois contigus, immédiatement au-dessous de la couche de houille de Tartaras, près Rive-de-Gier.*

6. *Grès.* Gris foncé à l'intérieur, blanchi à la surface par une légère couche d'apparence talqueuse, peu dur; pesanteur spécifique, 3,13.

Il a perdu par la calcination 0,215; il a parfaitement fondu avec addition de 0,30 de carbonate de chaux, et il a produit 0,22 de fonte et une scorie vitreuse, d'un gris verdâtre et translucide.

C. *Minerais de la mine du Mouillon, près Rive-de-Gier.*

7. *Grès.* D'un gris-foncé, avec points blancs très-distincts; pesanteur spécifique, 2,96.

Il a perdu par la calcination 0,219.

Il a bien fondu avec 0,70 de carbonate de chaux, et a produit 0,13 de fonte et une scorie

demi-vitreuse, d'un vert olive et faiblement translucide.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer.......	0,203	*ou*	Carbonate de fer	0,300
Oxide de manganèse...	0,006	*id.*	de manganèse.	0,009
Magnésie............	0,003	*id.*	de magnésie...	0,006
Chaux..............	0,042	*id.*	de chaux.....	0,076
Perte par calcination..	0,219		Eau et bitume......	0,082
Silice..............	0,474 }		Argile..............	0,507
Alumine............	0,033 }			
	0,980			0,980

8. *Grès à grains fins.* Gris foncé; pesanteur spécifique, 3,12.

Il a perdu par la calcination 0,21.

Il a bien fondu sans addition, et il a produit 0,198 de fonte et une scorie vitreuse, d'un gris foncé et opaque.

11. *Grès semblable au précédent.* Pesanteur spécifique, 3,03.

Il a perdu par la calcination 0,306.

Il a parfaitement fondu avec addition de 0,35 de carbonate de chaux, et il a produit 0,172 de fonte et une scorie vitreuse, grise et translucide.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer.......	0,285	*ou*	Carbonate de fer.....	0,423
Oxide de manganèse..	0,011	*id.*	de manganèse.	0,015
Magnésie............	0,050	*id.*	de magnésie..	0,105
Chaux..............	0,030	*id.*	de chaux.....	0,054
Perte par calcination...	0,210			
Silice..............	0,357 }		Argile..............	0,420
Alumine............	0,063 }			
Acide phosphorique...	0,003		Acide phosphorique .	0,003
	1,009			1,020

Les grès 7, 8 et 11 sont nommés *manifères*, dans le pays, et sont interçalés dans des schistes,

appelés *gores*, qui recouvrent la grande couche et la couche dite *bâtarde*.

L'épaisseur des bancs varie de 4 à 6 décimètres; quelquefois il y en a plusieurs de plus petites dimensions. Ils sont très-rapprochés les uns des autres et séparés par de très-petites couches d'argile schisteuse.

17. *Grès d'un gris foncé*. Cassure terreuse, avec trace d'une substance noire, qu'on présumait être de la blende, et qui est probablement du fer carbonate cristallisé; il se trouve en rognons isolés, principalement au *puits Bonnant*.

Sa pesanteur spécifique est de 3,325; il a produit à l'essai 0,37 de fonte.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer	0,450	*ou*	Carbonate de fer	0,660
Oxide de manganèse	0,029		*id.* de manganèse	0,043
Magnésie	0,000		*id.* de chaux	0,005
Chaux	0,003		Eau et bitume	0,031
Perte par calcination	0,257			
Silice	0,189		Argile	0,250
Alumine	0,061			
	0,989			0,989

D. *Grès en décomposition, et prenant par suite des formes arrondies, mais se trouvant en bancs au Mouillon, sur le chemin de la Cape à Saint-Genis.*

22. *Noyau d'un grès décomposé*. Compacte et gris; pesanteur spécifique, 2,80.

Il a perdu par la calcination 0,46.

Il a très-bien fondu avec addition de 0,30 de carbonate de chaux, et il a produit 0,263 de

fonte à grains cristallins et une scorie vitreuse, gris verdâtre, translucide, et présentant à sa surface des indices de cristallisation en étoiles.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer	0,400
Oxide de manganèse	0,015
Magnésie	0,030
Perte par calcination	0,146
Silice	0,357
Alumine	0,055
	1,003

23. *Croûtes qui enveloppaient le minerai précédent.* Jaunâtre; pesanteur spécifique, 2,65.

Elles ont perdu par la calcination 0,91.

Elles ont parfaitement fondu avec addition de 0,30 de carbonate de chaux, et ont produit 0,232 de fonte et une scorie vitreuse, d'un vert grisâtre et translucide.

Elles ont donné à l'analyse :

Peroxide de fer	0,380
Oxide de manganèse	0,014
Magnésie	0,026
Perte par calcination	0,091
Silice	0,444
Alumine	0,044
	0,999

25. *Minerai compacte trouvé en couches continues épaisses de* 15 *à* 20 *centimètres.* Cassure terreuse, médiocrement dur, d'un gris foncé avec taches blanchâtres superficielles.

Sa pesanteur spécifique est de 3,40; il a perdu par la calcination 0,325.

Il a bien fondu sans addition, et il a produit

0,31 de fonte et une scorie vitreuse, brun jaunâtre et demi-transparente.

Avec addition de 0,11 de carbonate de chaux, il a produit la même proportion de fonte et une scorie vitreuse, grise, presque opaque.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer.	0,467	*ou*	Carbonate de fer. . . .	0,686
Oxide de manganèse . .	0,028		*id.* de manganèse .	0,042
Chaux.	0,024		*id.* de chaux. . . .	0,043
Perte par calcination.. .	0,325		Eau et bitume.	0,073
Silice.	0,114	}	Argile.	0,143
Alumine.	0,029	}		
	0,987			0,987

27. *Minerai semblable au précédent, et mélangé de spath calcaire.* Pesanteur spécifique, 3,36.

Il a perdu par la calcination 0,29.

Il a parfaitement fondu sans addition, et il a produit 0,323 de fonte et une scorie vitreuse et transparente.

31. *Minerai en fragmens de forme arrondie.* Pénétré de fer carbonaté cristallisé, de spath calcaire, de quarz et de blende; trouvé sur le chemin de la Cape, à Saint-Genis; pesanteur spécifique, 3,64.

Il a perdu par la calcination 0,275.

Il a bien fondu sans addition, et il a produit 0,407 de fonte et une scorie vitreuse, grise et presque opaque.

A'. *Minerais des environs de St.-Etienne.*

Mines du Soleil.

37. *Minerai très-chargé de bitume.* En rognons aplatis enveloppés de schistes bitumi-

neux ; il se trouve quelquefois fort abondamment au milieu même de la houille.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer........	0,418 *ou*	Carbonate de fer......	0,615
Oxide de manganèse..	0,041	*id.* de manganèse.	0,060
Chaux..............	0,002	*id* de chaux.....	0,004
Perte par calcination...	0,384	Eau et houille.......	0,166
Silice...............	0,123 }	Argile...............	0,155
Alumine.............	0,032 }		
	1,000		1,000

41. *Minerai compacte.* A grains très-fins, à cassure conchoïde, gris bleuâtre, qui se trouve en rognons quelquefois très-gros, plus ou moins rapprochés les uns des autres, dans les schistes noirs qui recouvrent immédiatement la couche de houille du Soleil; sa pesanteur spécifique est de 3,14. Il a perdu par la calcination 0,316.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer.......	0,508 *ou*	Carbonate de fer.....	0,745
Oxide de manganèse..	0,010	*id.* de manganèse.	0,015
Chaux..............	0,035	*id.* de chaux.....	0,063
Perte par calcination..	0,316	Eau et.............	0,046
Silice...............	0,103 }	Argile...............	0,131
Alumine.............	0,028 }		
	1,000		1,000

51. *Minerai très-mélangé de houille, ayant pris la forme d'un gros végétal aplati.* Compacte, à grains fins, noir et souvent luisant comme la houille ; pesanteur spécifique, 3,15.

Il a perdu à la calcination 0,422.

Essayé avec addition de chaux ou sans addition, après avoir été grillé, il n'a point fondu

et il a produit une masse grenue, noire, magnétique et de même volume que la poussière.

Sa composition explique cet effet. L'essai a parfaitement réussi en fondant le minerai, préalablement grillé, avec 0,20 de silice et 0,10 d'alumine, et il a produit 0,26 de fonte et une scorie vitreuse, grise et translucide.

L'analyse a donné :

Peroxide de fer.	0,380	*ou*	Carbonate de fer. . . .	0,577
Oxide de manganèse . .	0,025		*id.* de manganèse.	0,036
Chaux.	0,130		*id.* de magnésie . .	0,031
Magnésie.	0,015		*id.* de chaux. . . .	0,232
Perte par calcination. .	0,422		Houille.	0,096
Argile.	0,020		Argile.	0,020
Acide phosphorique . .	0,008		Acide phosphorique. .	0,008
	1,000			1,000

Mines du Creil du Roc, près Saint-Etienne.

40. *Minerai en rognons très-aplatis, qui se trouve abondamment dans les schistes qui accompagnent la houille.* Schisteux, gris foncé, recouvert d'empreintes végétales; pesanteur spécifique, 3,05 : il a perdu par la calcination 0,24 : il a parfaitement fondu avec addition de 0,25 de carbonate de chaux, et il a produit 0,186 de fonte et une scorie vitreuse, grise et faiblement translucide.

48. *Minerai qui se trouve en couches continues.* Compacte, à grains fins, gris noirâtre, avec empreintes végétales; pesanteur spécifique, 3,10.

Il a perdu par la calcination 0,266.

Il a parfaitement fondu avec addition de 0,25 de carbonate de chaux, et il a produit 0,27 de fonte et une scorie vitreuse, légèrement violacée, et remarquable par sa grande transparence.

Mine de la chaux.

43. *Minerai en rognons trouvé à la surface du sol.* Compacte, gris, micacé, en partie décomposé.

Pesanteur spécifique, 2,88. Il a perdu par la calcination 0,21.

Il a parfaitement fondu avec addition de 0,33 de carbonate de chaux, et il a produit 0,174 de fonte et une scorie vitreuse, grise et translucide.

Mine de la Ricamary.

45. *Minerai qui se trouve en rognons.* Ces rognons sont réunis en assez grande abondance, et forment des couches dans plusieurs localités de la Ricamary.

Compacte, très-dur, brun jaunâtre. Le minerai grillé, essayé avec addition de 0,40 de carbonate de chaux, a mal fondu; la fonte formait un culot géodique, poreux, irisé et enveloppé d'un laitier pierreux mal fondu.

Il est probable, d'après cela, qu'il est calcaire.

Avec le borax il a donné 0,37 de fonte.

Mine du Craut.

42. *Minerai qui se trouve en couches continues de plusieurs pieds d'épaisseur.* Compacte, dur, sec, cassure unie et un peu luisante dans quelques parties, d'un gris un peu rougeâtre; pesanteur spécifique, 3,4.

Il a perdu par la calcination 0,214.

Il a parfaitement fondu sans addition, et il

a produit 0,323 d'une fonte très-blanche, très-fragile, et se réduisant presque en poussière sous le pilon ; et une scorie compacte, à cassure vitreuse, opaque, d'un blanc un peu bleuâtre et ayant l'aspect d'un émail.

Il a donné à l'analyse :

Peroxide de fer	0,412	*ou*	Peroxide de fer	0,412
Oxide de manganèse	0,010		Carbonate de mangan.	0,015
Magnésie	0,030		*id.* de magnésie	0,063
Chaux	0,080		*id.* de chaux	0,143
Perte par calcination	0,214		Acide carb., eau	0,113
Silice	0,182		Argile	0,202
Alumine	0,020			
Acide phosphorique	0,061		Acide phosphorique	0,061
	1,009			1,009

On n'a encore trouvé dans aucun minerai de fer une proportion aussi considérable d'acide phosphorique, et, en cela, cette variété est très-remarquable même pour les minéralogistes ; la proportion de la perte par la calcination prouve qu'une grande partie de l'oxide de fer est combinée avec l'acide phosphorique.

On a cru intéressant d'analyser la fonte et la scorie produites par l'essai ; on a trouvé dans la première :

Silice	0,002
Manganèse	0,002
Phosphore	0,073
Fer	0,920
	0,997

Et dans la seconde 0,064 d'acide phosphorique ; c'est sans doute la présence de cet acide combiné avec la chaux qui lui donne l'aspect d'un émail.

MINERAIS DE FER HYDRATÉ DES TERRAINS HOUILLERS.

Le fer carbonaté passe quelquefois, en se décomposant, à l'état de fer hydraté. Les numéros 22 et 23 en fournissent un exemple; mais je suis convaincu que tout le fer hydraté qu'on trouve dans les grès houillers n'a pas cette origine, et qu'il en est beaucoup qui a été formé en même temps que ces roches. Ce qui me paraît le prouver jusqu'à l'évidence, c'est qu'on trouve dans le terrain houiller du fer hydraté qui a absolument la même manière d'être que celui qui existe dans les autres terrains. Il est cloisonné, géodique, pénétré d'argile ocreuse ou de sable, et les portions pures et compactes ont la même pesanteur spécifique que l'hématite pure; au contraire, l'hydrate qui provient de la décomposition du fer carbonaté, et tel qu'on l'observe à Allevard, en Styrie, etc., et dans quelques houillères, conserve absolument le même volume et la même forme que le minéral qui lui a donné naissance, et est par conséquent spécifiquement beaucoup plus léger que l'hématite. D'après ces considérations, je regarde comme hydrate natif celui que M. de Gallois a recueilli dans des couches de schiste servant de toit à la houille sur le chemin de la Cape à St.-Genis, et conservé à la collection sous les numéros H 33 et 34; celui qu'il a trouvé aux environs de Rive-de-Gier, et enfin celui que M. Guenyveau et moi avons observé auprès de la couche de houille du Gros-Mesnil (département de la Haute-Loire).

Les numéros H 33 et 34 n'ont pas été essayés.

A. 53. *Fer hydraté de Saint-Martin-la-Plaine, près Rive-de-Gier* (Loire.)

En masses isolées dans une terre ocreuse micacée en couches, associées à d'autres couches micacées difficiles à déterminer (1).

Pesanteur spécifique, 3,20. Il a perdu par la calcination 0,137, et il a produit à l'essai 0,438 de fonte.

Par l'analyse on l'a trouvé composé de

Peroxide de fer	0,602
Oxide de manganèse	0,000
Chaux	0,022
Silice	0,192
Alumine	0,045
Eau et acide carbonique	0,137
Soufre	trace
	0998

Fer hydraté du Gros-Mesnil (Haute-Loire).

Ce minerai est en morceaux globuleux formés de couches contournées irrégulièrement, souvent concentriques, et renfermant dans leur intérieur de l'argile sablonneuse : il est brun et sa poussière est jaune; son gisement est certainement dans le grès houiller; on en a essayé trois échantillons.

Le premier pesait spécifiquement 3,00. Il à perdu 0,141 par la calcination. Il a mal fondu

(1) Les hydrates des environs de Rive-de-Gier ont un gisement qui n'est pas assez exactement connu pour qu'on puisse affirmer qu'ils font partie du terrain houiller.

sans addition. Il a parfaitement fondu avec addition de 0,20 de carbonate de chaux, et a donné 0,446 de fonte et une scorie vitreuse, grise et transparente.

On l'a trouvé composé de :

Peroxide de fer........	0,613		
Oxide de manganèse...	0,014		
Magnésie.............	0,007		
Silice................	0,200	ou Argile............	0,232
Alumine............	0,032		
Eau................	0,141		
	1,007		

Des deux autres, l'un avait une pesanteur spécifique de 3,16; il a perdu 0,155 par la calcination, et a produit à l'essai avec addition de 0,15 de carbonate de chaux, 0,502 de fonte, et une scorie bien vitrifiée; et le second a produit à l'essai, avec addition de 0,20 de carbonate de chaux, 0,422 de fonte, et une scorie bien vitrifiée.

On voit que ces minerais sont fort riches. La fonte qu'ils produisent paraît être d'excellente qualité.

OBSERVATIONS.

Le minerai de fer des houillères dont l'existence est maintenant constatée dans la plupart de nos mines, sera d'une grande ressource pour l'industrie minérale, en permettant d'établir des usines dans des pays qui en ont été privés jusqu'à ce jour faute d'autres minerais, et en donnant lieu de fabriquer dans beaucoup d'endroits avec de la houille, et par conséquent à très-bas prix, de très-bonne fonte à moulerie, et du fer à la vérité

de qualité médiocre, mais propre à une infinité d'usages.

Mais il ne faut pas s'abuser sur la valeur de ce minerai, et il faudrait bien se garder surtout de l'employer de préférence à ceux que l'on traite actuellement dans nos fourneaux. La France possède en abondance des minerais dits d'*alluvion*, *des fers spathiques*, *des hématites* et *des fers oxidés en masse* qui sont infiniment plus précieux; et c'est probablement cette circonstance qui jusqu'ici a fait négliger chez nous le minerai des houillères, auquel les Anglais ont été depuis long-temps forcés d'avoir recours.

Les gîtes de minerai des houillères sont irréguliers et peu suivis, il serait rarement possible de les exploiter pour eux-mêmes avec profit : on ne peut presque jamais le faire qu'en exploitant simultanément la houille. Les minerais sont pauvres et ne rendent jamais l'un dans l'autre que 0,20 à 0,25, et très-rarement 0,30. Nos autres minerais produisent habituellement 0,30 à 0,40 et souvent plus, et leur exploitation est aussi facile que peu dispendieuse.

Les minerais des houillères choisis peuvent donner, à l'aide du charbon de bois, de très-bon fer; mais il est fort difficile de les bien choisir, parce qu'ils sont fréquemment très-mélangés de pyrites, et parce qu'ils renferment quelquefois une grande proportion d'acide phosphorique dont on ne peut jusqu'ici reconnaître la présence par aucun caractère extérieur. Les minerais de fer d'alluvion renferment souvent aussi de l'acide phosphorique en proportion notable, mais jamais aussi grande, à beaucoup près, que celle qui a été trouvée dans le minerai du Craut. Enfin

il n'y a sur-tout nulle comparaison à faire entre le fer carbonaté argileux des houillères et le fer carbonaté spathique; ces deux minerais diffèrent l'un de l'autre, en ce que le fer spathique ne contient jamais de phosphore comme le premier, et en ce qu'il renferme toujours une très-grande quantité de magnésie et de manganèse; tandis que dans le fer carbonaté argileux ces deux substances ne se trouvent qu'en très-petite proportion. La présence de la magnésie est assez indifférente; elle joue le même rôle que l'alumine qui est combinée à la silice dans l'argile dont est mélangé le fer carbonaté des houillères; mais l'oxide de manganèse paraît avoir une grande influence sur la nature de la fonte, et jouir de la propriété précieuse (sans qu'on en sache la cause), de rendre cette fonte très-propre à se transformer en acier naturel.

Quoi qu'il en soit, la découverte du minerai des houillères nous procure une richesse de plus. Sachons en tirer parti, mais gardons-nous d'en abuser.

APERÇU GÉOGNOSTIQUE
DES TERRAINS;

Par A.-H. DE BONNARD, ingénieur en chef au Corps royal des Mines (1).

EXTRAIT PAR L'AUTEUR.

L'ÉTUDE des terrains, leur classification, la détermination de l'ancienneté relative des formations minérales, sont l'objet principal de la géognosie. Cet objet, et la science même à laquelle il appartient, ont été, jusqu'au siècle dernier, négligés ou même tout-à-fait inaperçus par les minéralogistes, qui ne s'occupaient que de l'examen des singularités présentées par des échantillons plus ou moins rares, ou tout au plus des caractères qu'on pouvait assigner aux diverses espèces minérales; mais ils l'ont été à peu près aussi complétement depuis, par les auteurs de systèmes géologiques et de théories de la terre, desquels on peut dire, en général, qu'en s'appuyant sur des suppositions plus ou moins gratuites, ils ont employé toutes les ressources de leur imagination pour rendre raison de faits qu'ils ne connaissaient pas. Ce n'est que depuis peu de temps, que la plus grande partie des géologues s'est réunie à penser qu'avant de vou-

(1) 1 vol. in-8 de 261 pages, extrait de la 2e. édition du *Nouveau Dictionnaire d'Histoire naturelle*. A Paris, chez Deterville, libraire, rue Hautefeuille, no. 8.

loir expliquer, il fallait chercher à connaître au moins la portion de la surface du globe, dont l'investigation est permise aux facultés humaines; qu'il fallait donc étudier les *terrains*, et rechercher, dans leur nature et dans leurs relations de gisement, les documens nécessaires pour déterminer l'ordre dans lequel ils avaient été formés, et pour les classer d'après cet ordre. Cependant la détermination et la classification générale des terrains n'ont encore été exposées, avec détail, dans aucun ouvrage français qui soit à ma connaissance. J'ai essayé de présenter, sur ce sujet, dans le Nouveau Dictionnaire d'Histoire naturelle, une esquisse dont je sens mieux que personne toute l'imperfection, et pour laquelle j'ose réclamer à-la-fois l'indulgence et la critique des minéralogistes.

Je crois devoir définir les *terrains*, d'après Werner, les *gîtes généraux de substances minérales*, c'est-à-dire les grandes masses minérales, généralement répandues, et qu'on retrouve, dans les différentes parties de la surface du globe, avec des caractères déterminés de composition et de gisement.

Les terrains sont en général *stratifiés*, ou divisés en *couches* plus ou moins épaisses, plus ou moins distinctes. Quelquefois, cependant, on ne peut y reconnaître aucun indice de stratification. La substance minérale ou l'agrégat de substances minérales qui compose chaque couche et chaque terrain est une *roche*. L'ensemble des terrains ou des couches, ou des gîtes quelconques de minéraux, qui paraissent avoir été formés en même temps constitue une *formation*. Chacun de ces trois mots, souvent confondus ensemble,

doit donc avoir une acception distincte. Les feuillets de la *roche* de gneiss sont souvent ondulés; les couches du *terrain* de gneiss, au contraire, sont en général planes, et ordinairement fortement inclinées; entre ces couches, on observe des couches ou des amas d'autres substances, et cet ensemble constitue la *formation* du gneiss.

Ainsi les *terrains* sont formés de *roches*, et composent des *formations*. Mais on applique aussi cette dernière désignation à chaque terrain considéré dans les diverses formations dont il fait partie.

Les minéralogistes, divisés d'opinions relativement à la classification et à la dénomination des roches, sont unanimes pour ce qui regarde la classification des terrains : tous conviennent que les *formations* sont les espèces géognostiques qu'on doit chercher à déterminer. C'est donc dans ce but qu'il faut étudier les *terrains*; mais, pour y parvenir, il faut que les *roches* soient connues et dénommées. Si chaque roche, simple ou composée, n'a pas un nom qui lui soit propre, il n'existera aucun langage pour exprimer la composition et la manière d'être des terrains, et la détermination des formations sera impossible. Les difficultés que la nature oppose à cette détermination précise, sont déjà assez grandes, pour que nous ne devions pas chercher à les augmenter, en refusant de nous donner des mots qui puissent servir à exprimer nos idées, à faire connaître d'une manière précise le peu de faits que nous pouvons saisir. Je ne reviendrai pas ici sur cette question, au sujet de laquelle j'ai

essayé ailleurs (1) d'ajouter quelques considérations à la discussion lumineuse qui en a été faite par M. Brongniart (2). Je continuerai à employer la nomenclature proposée par ce savant, quoique je croie la détermination de ses espèces de roches susceptible de perfectionnemens peut-être nombreux. Mais il me semble nécessaire sur-tout de consacrer, par l'usage, un principe sans lequel je crois qu'il sera toujours impossible de s'entendre dans les descriptions géognostiques, et par conséquent de faire avancer la science. Les perfectionnemens dans l'application arriveront d'eux-mêmes, par la comparaison des observations faites dans les diverses contrées.

De la classification des terrains.

Les mineurs allemands sont les premiers géologues dont la classification nous soit connue. Ils ont divisé très-anciennement les terrains en *terrains à filons* et *terrains à couches*, d'après la disposition des gîtes de minerais utiles qu'ils rencontraient dans l'excavation de ces terrains. Ils avaient d'abord rejeté dans une troisième classe, sous le nom de *terrains stériles*, tout ce qui leur paraissait n'offrir aucun aliment à leurs travaux; mais peu-à-peu ils ont reconnu que ces terrains prétendus stériles devaient être fondus dans les deux premières classes; classes qui, si l'on considère seulement l'Allemagne, ou même la plus grande partie de l'Europe, correspondent

(1) *Annales des Mines*, tome Ier., page 418, et *Nouveau Dictionnaire d'Histoire naturelle*, 2e. édition, article ROCHE.

(2) *Journal des Mines*, n°. 199.

encore aujourd'hui, assez exactement, à l'une des grandes divisions établies par les géologues. Mais en Amérique, par exemple, les *terrains à filons* les plus riches sont semblables à certains *terrains à couches* de notre continent.

Quelques anciens auteurs ont classé les terrains, en *terrains* de *montagnes*, de *collines* et de *plaines*, division de géographie physique, qui concorde souvent, dans nos contrées, avec les divisions géognostiques, mais qui présente cependant à cet égard un trop grand nombre d'exceptions, pour pouvoir être adoptée.

Enfin, dans la dernière moitié du dix-huitième siècle, la disposition des terrains en couches; la manière dont les couches des différens terrains se recouvrent les unes les autres, avec plus ou moins de régularité, mais avec une constance remarquable pour les mêmes espèces de roches; la nature cristalline des unes, la nature compacte et terreuse des autres; les débris roulés de certaines couches, que d'autres couches renferment souvent; les débris de végétaux et d'animaux que certains terrains présentent aussi, tandis que d'autres n'en contiennent jamais; les analogies de plusieurs terrains avec ceux que produisent aujourd'hui les volcans, etc., ont attiré l'attention des naturalistes, et les ont portés à chercher à classer les terrains, sous le double rapport de leur ancienneté relative et des circonstances qui paraissent avoir concouru à leur formation, en *primaires*, *primordiaux* ou *primitifs*, *secondaires*, *tertiaires*, *d'alluvion*, et *volcaniques*. Pallas, Saussure, Dolomieu, Deluc, Patrin, M. Ramond, se sont accordés sur les bases principales de cette classification; beau-

coup d'autres savans ont marché sur leurs traces; mais trop souvent l'esprit de système a porté les géologues à n'observer que les faits qui s'accordaient avec telle ou telle opinion qu'ils s'étaient formée d'avance, à négliger, sans qu'ils s'en aperçussent, tout ce qui y était contraire, et, par un travail qu'on pourrait comparer à celui des auteurs de romans historiques, à ne recueillir, dans l'histoire de la nature, que les matériaux nécessaires pour donner à une fiction l'apparence de la vérité.

En Allemagne, Werner a introduit, dans les observations géognostiques, une méthode et une précision inconnues avant lui. Les principes qu'il a exposés et les documens qu'il a fournis, servent eux-mêmes aujourd'hui à rectifier quelques idées trop généralement conclues, d'observations locales, par leur célèbre auteur; mais ce n'est qu'avec les moyens qu'il a donnés à ses successeurs, qu'on parvient à perfectionner son ouvrage, et chacun de ces perfectionnemens même peut être considéré comme un hommage rendu à son génie.

Parmi les innovations heureuses introduites par Werner dans la classification des terrains, on doit sur-tout distinguer la détermination de la classe *intermédiaire* ou *de transition*, qu'il a placée entre les classes primordiale et secondaire, pour comprendre ces formations qui réunissent les terrains et les caractères des deux classes; détermination qui a commencé à soulever le voile que tenait abaissé sur les yeux des géologues, l'opinion généralement répandue, que tous les terrains cristallins appartenaient à des formations antérieures à toutes celles des

terrains de sédiment, mais dont l'illustre minéralogiste saxon, dans la défiance modeste qui accompagne toujours le mérite supérieur, était loin peut-être de prévoir lui-même l'importance. Nous voyons en effet que cette classe, dans laquelle Werner n'avait compris que trois espèces de terrains, s'étend tellement tous les jours, en remontant dans les formations réputées primordiales, qu'on ne sait plus, dans un grand nombre de contrées, où désigner, avec certitude, un terrain, comme antérieur à l'existence des êtres organisés.

La dénomination de la classe n'était pas moins heureuse que sa détermination, parce qu'elle exprimait le passage insensible qui lie entre eux les terrains les plus différens. En effet, quelque bien choisis que soient les caractères avec lesquels on veut séparer, en géognosie, les différens groupes de terrains, les limites de ces groupes sont souvent très-difficiles ou même impossibles à reconnaître; et tel terrain est rangé par des observateurs différens, dans des classes différentes, selon les circonstances dans lesquelles on a pu l'étudier. Dans la production des masses qui constituent l'écorce du globe, il semble que la nature ait travaillé d'une manière à-peu-près continue; et pour les dissemblances qui, au premier aperçu, paraissent les plus tranchées, une observation attentive fait bientôt reconnaître des nuances intermédiaires qui comblent les distances qu'on avait cru apercevoir. Celui de tous les caractères qui semble le plus saillant et le plus décisif, celui qu'on emploie pour distinguer la première classe des classes suivantes, la présence ou l'absence de fragmens de roches plus

anciennes, ou de débris de corps organisés, semble lui-même sujet à ces nuances intermédiaires qui produisent l'incertitude : il est presque impossible, pour plusieurs roches, de reconnaître si elles renferment des fragmens, ou si toutes leurs parties sont de formation simultanée; cette incertitude devient plus grande encore quand on voit les roches qui peuvent paraître composées de fragmens, disposées en couche, qui alternent avec d'autres couches cristallines, de la nature de ces mêmes fragmens, quand on voit les passages de texture les plus insensibles entre une roche et l'autre; et quant aux fossiles, on en trouve des indices si rares et quelquefois si peu distincts, dans les premiers terrains qui paraissent en contenir, et les observations nouvelles ont fait remonter la connaissance de ces indices jusqu'à des terrains d'une époque si reculée dans l'ordre des formations, que l'on conçoit chaque jour de nouveaux doutes sur l'endroit où l'on doit placer la séparation entre la classe primordiale et la classe intermédiaire.

Les passages dont il est question ont lieu assez fréquemment entre des terrains de nature tout-à-fait différente, soit en grand, c'est-à-dire par le mélange des couches des deux espèces, soit en petit, c'est-à-dire par le mélange des élémens des roches qui composent ces couches; mais ils ont lieu sur-tout entre les terrains dont la nature est la même, ou qui ont des principes dominans communs, et c'est sur-tout entre ceux-ci qu'il est ordinairement presque impossible de déterminer les limites qui séparent les espèces ou les classes. L'observation de ce fait avait conduit Werner à considérer les terrains comme

le produit d'un certain nombre de *séries de formations*, séries dont chacune renferme les roches de nature analogue, séries qui traversent toutes les époques géognostiques, en se présentant dans chacune d'elles sous différentes modifications, mais qui offrent, d'une classe à l'autre, toutes les nuances et tous les passages indiquant, ainsi que leur nom le désigne, une *série* non interrompue. Il me paraît bien digne de remarque, que le même minéralogiste qui rejette, pour les roches mélangées, toute classification fondée sur la nature des minéraux qui les composent, soit obligé de revenir, pour classer d'une manière naturelle les *terrains*, c'est-à-dire les roches considérées en grand, au principe qu'il écarte dans la considération des roches en petit.

On sait que Werner établit trois séries principales de formations, qu'il nomme séries *schisteuse*, *calcaire* et *trappéenne*. Les deux dernières sont suffisamment désignées par leur nom; mais il n'en est pas ainsi pour la série des formations schisteuses : elle comprend le granite et tous les passages de ce terrain, d'une part, à la syénite et au porphyre; d'autre part, au gneiss, au micaschiste, puis aux schistes argileux et siliceux, et de ceux-ci aux psammites, aux argiles et aux grès de toutes les époques. Les porphyres, les serpentines, les gypses et les combustibles charbonneux, sont indiqués très-brièvement, dans les leçons de Werner, et dans les ouvrages rédigés d'après ces leçons, comme constituant aussi de petites séries de formations qui sont comme subordonnées aux grandes séries précédentes. Au reste, tout ce qui a rapport à cette classification par *séries*, n'a reçu, à ma

connaissance, aucun développement dans la géognosie allemande, et l'on sait que les *classes* y sont divisées immédiatement en *terrains*. En étudiant les séries, on n'aperçoit, dans aucune d'elles, de lignes tracées entre les terrains qui appartiennent aux différentes classes : des passages insensibles conduisent des roches quarzeuses primordiales aux grès les moins anciens; les schistes, les calcaires, les roches amphiboliques, les roches charbonneuses, forment comme autant de grandes familles, sur chacune desquelles on peut établir des suites non interrompues, à travers toutes les périodes. Souvent il est bien difficile de reconnaître, dans l'une de ces suites, si tel terrain appartient à la première ou à la seconde classe, à la seconde ou à la troisième. A plus forte raison est-il souvent impossible, dans chaque classe, de déterminer la *formation* à laquelle se rapporte tel ou tel membre de chaque série. De la réunion et de la comparaison de tous les faits géognostiques observés depuis trente ans, il résulte la conviction que nos divisions en *classes*, et en *formations* dans chaque classe, ne sont que des coupures tout-à-fait artificielles, propres à faciliter le commencement de l'étude d'un ensemble trop vaste pour pouvoir être saisi par notre intelligence; mais qu'on est bientôt obligé d'abandonner ces coupures, et de considérer tous les groupes qu'elles nous ont fait établir, comme liés entre eux par des nuances insensibles, comme formant un véritable réseau.

Pour se rapprocher autant que possible de la vérité, en cherchant cependant à parvenir à la détermination de ces *espèces géognostiques*, nécessaires à établir pour l'étude, il m'a paru

convenable de considérer séparément, dans chaque classe, les *séries* formées par la réunion des terrains composés de roches de nature analogue, ou qui ont des principes dominans communs; de faire, dans chaque série, autant de subdivisions qu'on y connaît de *terrains* différens; et en traitant de chaque terrain, de faire connaître les *formations* dans lesquelles il se présente, et par conséquent les espèces qu'il contribue à former. Ce n'est que dans un résumé relatif à chaque classe, qu'on peut ensuite tâcher d'établir, d'après les faits indiqués pour tous les terrains, l'ordre général des *formations* ou des *espèces*, autant qu'il est connu ou présumé.

En cherchant à appliquer ces principes aux différentes *séries* indiquées par les auteurs allemands, d'après Werner, j'ai éprouvé plusieurs difficultés: rien n'arrête dans l'examen des séries calcaire, gypseuse, charbonneuse; mais il n'en est pas ainsi pour les séries de porphyres, de trapp, de serpentine, et surtout pour cette immense série schisteuse qui embrasse tant de terrains de nature si variée. Je n'ai pas tardé à reconnaître que les difficultés provenaient principalement, de ce que l'idée fondamentale, d'établir les séries d'après la nature des roches, n'avait pas été exclusivement suivie. Il m'a donc semblé nécessaire d'en revenir à l'application rigoureuse de cette idée, et d'apporter en conséquence quelques changemens à l'ordre suivi dans les géognosies allemandes, sur-tout en subdivisant la *série schisteuse* de Werner.

Le feldspath, le mica, le quarz, le talc, l'amphibole, le calcaire, sont les substances minérales qui forment la masse principale des roches

anciennes. Chacune de ces substances domine dans un certain nombre de terrains de différentes époques, et tous les terrains où l'une d'elles est principe dominant, présentent entre eux les nombreux passages qui rendent si difficile la détermination des espèces géognostiques. J'ai donc cru disposer les faits du même genre de la manière la plus appropriée au but que je voulais atteindre, en établissant, dans les terrains primordiaux, les six séries feldspathique, micacée, quarzeuse, talqueuse, amphibolique et calcaire.

Le granite m'a paru ne pouvoir être compris dans aucune de ces séries. Ce terrain constitue comme le point de départ des séries correspondantes aux trois substances dont il est formé, et il doit être regardé comme leur souche commune. Il se représente ensuite, en masses subordonnées, dans les formations postérieures de ces trois séries. Dans les deux séries talqueuse et amphibolique, plusieurs des élémens du granite restent comme principes essentiels, mélangés avec un principe étranger qui devient dominant. Dans la série calcaire, au contraire, il ne reste qu'accidentellement des substances propres au granite, et la masse presque totale des terrains est formée d'une substance particulière. Trois autres séries, où prédominent le carbone, le gypse et le sel, élémens inconnus dans les terrains les plus anciens, apparaissent plus tard, et se prolongent jusqu'aux formations les plus modernes (1); mais à mesure que

(1) On pourrait probablement aussi classer à part, comme naturelle et comme assez bien caractérisée, une *série ferrugi-*

les formations diminuent d'ancienneté, on voit la série calcaire prendre un accroissement plus considérable; les autres séries offrent en même temps entre elles des passages nombreux; la précipitation des terrains devient en général de plus en plus confuse; à des époques déterminées, plusieurs séries se mêlent et se fondent l'une dans l'autre; d'autres semblent disparaître entièrement, ou leurs élémens ne se montrent plus que dans les roches des terrains de transport; de manière que dans les formations des dernières classes, on retrouve avec peine la trace même des séries principales, mais enfin on la retrouve encore. Des terrains qui semblent produits par l'action des volcans, et dont le pyroxène et le feldspath forment les principes dominans, se présentent aussi en abondance, dans ces dernières périodes : les uns ont été long-temps confondus avec la suite de la série amphibolique ou trappéenne, les autres avec la suite de la série feldspathique des terrains primordiaux; et l'on ne peut se dissimuler que des rassemblemens frappans et des passages au moins très-apparens ne justifient, jusqu'à un certain point, cette ancienne opinion. M. de Humboldt, M. de Buch, M. Cordier, ont récemment ajouté de nouvelles lumières à celles que Dolomieu et quelques autres savans avaient commencé à répandre sur cette espèce d'énigme; espérons que nous en devrons l'é-

---

neuse, ou de terrains dans lesquels le fer est principe dominant, série dont on reconnaîtrait les membres et la continuité non interrompue, depuis les plus anciennes formations postérieures au premier granite, jusque dans les terrains d'alluvion les plus récens.

claircissement complet à la continuation de leurs travaux.

On a proposé, depuis peu d'années, d'introduire, dans la détermination des classes des terrains, plusieurs changemens notables, motivés sur l'inexactitude ou au moins l'incertitude des divisions qui servent de base à l'ancienne classification. Cette incertitude est très-réelle ; elle le devient chaque jour davantage, et les attaques dirigées contre la classification peuvent être aussi fondées qu'elles sont faciles; mais rien de ce qu'on a voulu y substituer, ne paraît pouvoir supporter la critique plus que ce qu'on a voulu détruire, aussi rien n'a-t-il obtenu l'assentiment général des minéralogistes. J'ai donc cru devoir conserver les anciennes classes, d'autant plus volontiers que, dans l'état actuel de la science et vu son peu d'avancement, je regarde le choix entre ces divisions comme peu important. J'ai cherché principalement à suivre, à travers les différentes classes, la trace des *séries*, et à reconnaître les relations que présentent entre eux les différens terrains dont les séries sont composées.

Ire. CLASSE.

Des terrains primordiaux.

Les *terrains de granite* forment donc à eux seuls la première subdivision de cette classe. Je les ai rangés dans trois formations principales : la première, antérieure au gneiss; la seconde, contemporaine au gneiss et au micaschiste; la troisième, postérieure à ces deux terrains. J'ai indiqué, par appendice à la première formation,

le granite du terrain d'eurite schistoïde, ou *weisstein*, qui paraît être toujours antérieur au gneiss. Autant que les faits bien connus jusqu'à ce jour peuvent permettre de fonder une présomption générale, il paraîtrait que les hautes montagnes formées de véritable granite, appartiennent plutôt aux seconde et troisième formations de ce terrain qu'à la première, et que celle-ci ne constitue peut-être, à la surface du sol, que des groupes de collines, ou des plateaux peu élevés, ou même des plaines, comme dans les *Llanos* de l'Amérique méridionale. Il n'est pas besoin de faire remarquer combien ce résultat des observations nouvelles est contraire aux anciennes opinions, sur l'abaissement successif du niveau du liquide, au fond duquel on pensait que les terrains primordiaux s'étaient précipités.

La *série micacée* comprend les terrains primordiaux les plus universellement répandus, les gneiss, les micaschistes et les phyllades ou schistes. Le terrain de gneiss présente deux formations distinctes, particulièrement dans le nord de l'Europe : la seconde de ces formations est postérieure au micaschiste et au phyllade. On regarde ces deux derniers terrains comme ne constituant chacun qu'une grande formation : ils offrent, entre eux et avec le gneiss, des passages multipliés. Le terrain de phyllade est encore remarquable par les passages semblables qu'il présente, soit aux terrains nombreux qu'il renferme en bases subordonnées, passages qui ont lieu de la manière la plus insensible, et qui ne se manifestent que par un changement gradué dans la texture, la dureté, et les diverses propriétés du schiste, soit aux phyllades des terrains

intermédiaires et aux roches agrégées ou arénacées de ces terrains, passages qui se présentent d'une manière aussi nuancée, mais qui paraissent plus incompréhensibles dans ce cas, puisqu'il s'agit, d'une part, de terrains que l'on croit précipités après une dissolution, et de l'autre, de terrains de transport. On se trouve ainsi, en suivant la série micacée, dans la classe intermédiaire, sans avoir pu remarquer que l'on quittait la classe primordiale. Ailleurs, dans une masse de terrain schisteux regardé de tout temps comme primitif, on découvre tout-à-coup quelques débris d'êtres organisés, débris extrêmement rares, mais qui suffisent pour prouver l'existence de ces êtres, antérieurement à la formation du terrain qui les renferme; on est ainsi conduit, chaque jour, à renvoyer à la seconde classe les terrains schisteux qu'on croyait les mieux placés dans la première.

La *série feldspathique* comprend les terrains de pegmatite, d'eurite schistoïde, d'eurite compacte et de pétrosilex, enfin les terrains de porphyre. Le pegmatite, ou granite graphique, paraît ne constituer que des masses subordonnées au granite et au gneiss; mais il présente partout des caractères qui lui sont propres, et qui méritent plus d'attention qu'on n'en a donné jusqu'ici à ce terrain. Il en est de même pour l'eurite schistoïde (*weisstein* des Allemands), qu'on a confondu avec le gneiss, mais qui paraît constituer une formation assez généralement répandue, antérieure au gneiss, et qui semble lier les séries feldspathique et micacée. Le pétrosilex et l'eurite compacte sont le

plus souvent subordonnés aux terrains de la série micacée, mais quelquefois ils constituent une formation indépendante, avec certains porphyres et variolites, formation qui s'appuie immédiatement sur le granite, lequel présente alors des passages complets à ces divers terrains feldspathiques. Le porphyre et l'eurite porphyroïde sont aussi quelquefois subordonnés aux terrains micacés; mais une formation beaucoup plus générale de porphyre et d'argilophyre se présente en masses considérables, au-dessus de tous les terrains primordiaux, avec des caractères qui rendent sa primordialité très-douteuse, des passages insensibles aux terrains des classes suivantes, et souvent des analogies frappantes avec certains terrains que l'on regarde comme volcaniques. Avec cette formation douteuse, on reconnaît quelquefois la syénite, qui nous montre le mélange de l'amphibole avec les roches feldspathiques, à la fin des époques primordiales.

Dans la *séria quarzeuse*, on trouve d'abord la roche granitoïde que M. Brongniart a nommée *hyalomicte* (*greisen* des Allemands), et qui paraît constituer un terrain peu généralement répandu, peu connu, mais fidèle indicateur des minerais d'étain; puis les roches de quarz grenu ou compacte, mélangé de mica ou de talc, auxquelles j'ai cru devoir proposer d'appliquer le nom général de *quarzite*, et qui forment des masses subordonnées, souvent très-puissantes, dans tous les terrains micacés ou talqueux; enfin le jaspe schistoïde, ordinairement associé aux formations schisteuses.

De nombreuses et intéressantes analogies se

présentent, entre les faits offerts au géologue par les séries feldspathique et micacée, et ceux que lui offre la *série talqueuse*; analogies d'autant plus remarquables, qu'elles semblent souvent correspondre à celles qui lient, comme espèces minérales, le mica et le talc. On sait depuis long-temps combien ces deux substances, qui ont tant de rapports entre elles, sous le point de vue oryctognostique, sont géognostiquement différentes; mais on sait aussi combien les schistes talqueux passent fréquemment aux schistes et aux phyllades micacés.

La protogyne, les stéaschistes et l'ophiolite ou roches à base de serpentine, composent les masses principales de cette série; mais le stéaschiste est surtout dominant. Ses différentes variétés, feldspathique, quarzeuse et talqueuse, semblent correspondre aux gneiss, micaschiste et phyllade de la série micacée, et offrir entre elles à-peu-près les mêmes rélations d'ancienneté. Chacune d'elles paraît aussi liée avec le terrain micacé qui lui correspond, et présente avec lui des passages nombreux, sur-tout dans les formations des dernières époques primordiales, où les parties constituantes sont plus intimement mélangées; car c'est sur-tout à ces dernières époques que paraissent se rapporter les terrains talqueux, ainsi que les belles observations de M. Brochant l'ont fait connaître; cependant, on en aperçoit déjà des traces, mais peu considérables, subordonnées aux plus anciennes formations postérieures au premier granite.

La protogyne est le granite des terrains talqueux; mais ici rien ne tient la place du granite ancien : la protogyne, intimement liée aux

stéaschistes, auxquels elle passe par des nuances insensibles et multipliées, correspond aux terrains de granite subordonnés aux formations micacées, et il est remarquable que, comme ceux-ci, elle constitue de hautes sommités. Tous les terrains dont nous venons de parler font partie de la grande *série schisteuse* de Werner. La serpentine et les roches dont cette substance forme la base, n'y sont au contraire pas comprises, et cependant elles sont bien intimement liées aux précédentes, puisque le talc en forme le principe constituant essentiel; mais on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'on trouve ici des passages moins nombreux qu'une semblable ressemblance intime ne pourrait le faire présupposer. Il semble que quelque principe, qui a jusqu'à présent échappé à nos recherches, établit une différence importante entre les ophiolites et les terrains talqueux feuilletés. Les ophiolites présentent, au contraire, des analogies frappantes avec les terrains pétrosiliceux et porphyriques, composés comme eux d'une pâte dans laquelle un petit nombre de cristaux seulement se sont formés. De même que ceux-ci, les terrains serpentineux se présentent d'abord en couches subordonnées, dans les plus anciennes formations micacées, et constituent ensuite, à la fin des époques primordiales, une formation plus importante, dont les circonstances de gisement sont analogues à celles des porphyres. Enfin, pour dernière ressemblance, on observera l'apparition de l'euphotide, ou roche granitoïde diallagique, et sa liaison presque constante avec la grande formation serpentineuse, dans des relations entièrement semblables à celles que nous

offre le porphyre avec la syénite. La diallage se présente ici à la même époque et de la même manière que l'amphibole dans l'autre série ; cette circonstance paraît d'autant plus mériter d'être remarquée, que la diallage se rapproche peut-être de l'amphibole, par ses caractères oryctognostiques, autant que le talc se rapproche du mica.

Les terrains schisteux de la série talqueuse présentent, avec les terrains de même nature de la classe intermédiaire, une liaison aussi intime et des passages aussi insensibles, que tout ce que nous avons observé sur les séries précédentes.

La série amphibolique se compose de terrains d'amphibolite ou roche de hornblende, de diabase ou *grünstein*, d'ophite, ou porphyre vert, de mélaphyre ou porphyre noir, de trappite et de cornéenne. Les deux premiers terrains se présentent d'abord en bancs subordonnés aux anciens terrains micacés, puis en formations plus puissantes, contemporaines aux terrains de phyllade, et offrant avec eux de nombreux passages ; on indique aussi une troisième formation de diabase, contemporaine à celle des porphyres, et renfermant les mélaphyres et les ophites. Les trappiats et les cornéennes sont moins généralement répandues et moins bien connues. Ils paraissent cependant constituer des formations analogues aux précédentes, et, comme elles, ils passent insensiblement aux terrains de la classe suivante.

Enfin la *série calcaire*, composée soit de calcaire pur, soit de cipolin, semble constituer une suite non interrompue de formations subor-

données à tous les terrains micacés, talqueux et amphiboliques, suite qui traverse toute la période primordiale, sans que les roches dont elle est formée changent de nature, et qui passe avec les mêmes caractères à la classe suivante. Les passages des terrains calcaires aux terrains des autres séries présentent souvent la circonstance inverse de celle que nous avons remarquée dans les terrains schisteux, en ce que les mélanges qui constituent ces passages, étant formés de parties visibles, de nature essentiellement différente l'une de l'autre, ces mélanges constituent des agrégats bien distincts de toutes les autres roches, et auxquels M. Brongniart a donné les noms de *calschiste*, d'*ophicalce*, d'*hémithrène*, etc.

Dans le *résumé* relatif à la première classe, j'ai cherché à indiquer, pour tous les terrains des différentes séries, un ordre général d'ancienneté, ou une classification en *formations*; mais on ne peut établir cet ordre que d'après les rapports de gisement de terrains universellement répandus; et aucun terrain, même dans les formations micacées, qui sont les plus générales, n'est assez universel pour qu'on puisse reconnaître, d'une manière positive, ses rapports d'ancienneté avec certains terrains d'autres séries, qui paraissent de formation à-peu-près contemporaine : il n'est donc pas possible d'assigner aux derniers une position précise dans l'ordre général. Il faut en faire abstraction dans la détermination de cet ordre, sauf à indiquer ensuite la place qu'ils paraissent occuper, dans des lignes supposées paral-

lèles à celle sur laquelle on aura marqué les divisions.

L'ordre d'ancienneté suivant paraît à peu près résulter de ce qui a été dit relativement à chaque terrain.

1°. GRANITE seul.

2°. GRANITE avec porphyre, gneiss, pegmatite, hyalomicte, quartzite, terrains amphiboliques, et calcaire.

3°. GNEISS avec granite, eurite porphyroïde, porphyre, pegmatite, quartzite, amphibolite, diabase, micaschiste, stéaschiste feldspathique, ophiolite, et calcaire.

4°. MICASCHISTE avec granite, gneiss, porphyre, quartzite, amphibolite, diabase, stéaschiste quartzeux, calcaire, et phyllade.

5°. PHYLLADE avec granite, gneiss, micaschiste, schiste, porphyre, eurite compacte, quartzite, amphibolite, diabase, trappite, stéaschite, et calcaire.

Ici l'on observe souvent une liaison tellement complète avec des terrains analogues, mais qu'on doit rapporter à la seconde classe, qu'on est souvent conduit à douter de la primordialité des terrains de phyllades. Cependant, on retrouve, sur le phyllade, dans plusieurs contrées:

6°. Un second GNEISS avec granite, micaschiste, stéaschiste, quartzite, calcaire, etc.

On considère encore comme primordiales, quoique postérieures au phyllade, et comme assez généralement répandues, quoique moins universelles que les terrains de la série micacée, les formations suivantes :

7°. OPHIOLITE avec calcaire et euphotide.

8°. PORPHYRE et SYÉNITE avec granite, ophite, mélaphyre, variolite, et spillite ou amygdaloïde. Ici la primordialité est encore plus douteuse que pour tout ce qui précède.

Parmi les FORMATIONS FELDSPATHIQUES indépendantes, celle de l'eurite schistoïde (*weisstein*), avec granite et ophiolite, se place entre les numéros 1 et 3, peut-être entre les numéros 1 et 2. Elle mériterait probablement d'être indiquée, dans le tableau précédent, comme formation générale; les autres, composées de pétrosilex, eurite compacte ou porphyroïde, porphyre, variolite, etc., paraissent à peu près contemporaines des numéros 3 et 4.

Les plus anciennes FORMATIONS TALQUEUSES indépendantes, composées de protogyne et de stéachiste, sont probablement contemporaines seulement du numéro 5. Il en est de même pour les TERRAINS AMPHIBOLIQUES et CALCAIRES, si, dans ces deux séries, il existe réellement des formations primordiales indépendantes, ce qui paraît douteux, eu égard à la liaison intime qui semble exister entre tous les terrains en grandes masses de ces séries, et les terrains analogues de la classe suivante.

L'examen critique du tableau précédent peut porter à réduire le nombre des formations qu'il renferme, soit en réunissant ensemble les divers terrains de roches feuilletées, soit en regardant comme plus que douteuse la primordialité d'une partie de ces terrains, et à plus forte raison celle des terrains de serpentine et de porphyre, qui les suivent. Plus on examine, plus on doute qu'il y ait en géognosie des classes bien séparées, des espèces bien déterminées; plus on pense qu'il

faut se borner à faire connaître, pour faciliter l'étude des terrains, de certains types autour desquels on doit grouper ce qui en diffère le moins, en indiquant ensuite, et seulement comme probable, une place pour chaque groupe, dans la grande série des formations minérales.

IIe. CLASSE.

Des terrains intermédiaires.

L'apparition des débris d'êtres organisés dans les roches, tel peu important que puisse paraître, sous le rapport physique, un fait qui s'annonce d'abord d'une manière si rare, et celle des débris de roches antérieures, qui manifeste dans la production des terrains une action mécanique, un genre de phénomène tout-à-fait différent de celui auquel on peut attribuer les terrains cristallins, déterminent la seule ligne de démarcation tranchée qui paraisse exister pour les formations anciennes; et les terrains intermédiaires doivent donc être considérés seulement comme les plus anciens terrains secondaires; mais ils ne ressemblent en rien, du reste, aux terrains secondaires plus modernes: ils conservent au contraire toute la disposition, tous les autres caractères des formations primordiales, et d'ailleurs les terrains primordiaux les plus éminemment cristallins se retrouvent dans la classe intermédiaire, alternant avec des terrains de sédiment et de transport, qui renferment des fossiles. Ainsi la cause, incompréhensible pour nous, qui a pu tenir en dissolution les roches cristallines, s'est renouvelée après que de grandes révolutions avaient déjà bouleversé le sol que la

précipitation chimique avait primitivement produit, après l'apparition des êtres vivans à la surface du globe; elle s'est renouvelée à plusieurs reprises en alternant, pour ainsi dire, avec des bouleversemens mécaniques; bien plus, on observe entre les produits de ces deux genres de phénomènes si différens, des espèces de nuances intermédiaires, des passages, les plus incompréhensibles peut-être de tous ceux que nous présente l'étude des terrains; les couches des derniers suivent d'ailleurs celles des terrains primordiaux, avec un gisement tout-à-fait *concordant* ou *parallèle*; le changement de nature de la roche est même souvent insensible, et il faut attendre à avoir rencontré quelques *fossiles*, ou quelques *galets*, pour déterminer non pas que là est la limite entre les deux classes, mais seulement que les terrains intermédiaires remontent sûrement jusque-là, en attendant que de nouvelles observations analogues prouvent qu'ils remontent encore plus haut.

Il résulte de la confirmation de ces idées, opposées aux anciens principes géognostiques, et qui ne sont que l'application développée du principe que Werner a posé, en établissant la classe des *terrains de transition*; il en résulte que presque tous les terrains réputés primordiaux demandent aujourd'hui un nouvel examen, avant d'être confirmés dans la place qu'on leur avait jadis assignée, autant par conclusion des principes reconnus comme généralement applicables, que par suite d'observations spéciales. En effet, observant avec des idées générales toutes faites, sur l'antériorité constante de certains terrains, relativement aux autres, on était conduit,

même sans s'en douter, à remarquer sur-tout les faits qui présentaient une application de plus de ces idées, et on aurait cru perdre complétement son temps, en cherchant à approfondir les inductions qui semblaient conduire à des idées contraires, à étudier ce qu'on regardait comme des anomalies apparentes. Aujourd'hui, que ces anomalies sont bien prouvées pour un certain nombre de pays, on doit croire qu'il peut en être de même presque partout; et il en résulte une incertitude générale, relativement aux rapports géognostiques et à la classification des terrains anciens. Cependant des observations récentes, faites avec soin, et précisément dans le but de chercher à reconnaître ce qui *était vrai*, abstraction faite de ce qu'on avait cru *devoir être vrai*, ont montré aussi, pour plusieurs localités, la confirmation des principes anciens: on est donc fondé à les conserver, mais sans leur donner une généralité absolue, et il faut seulement indiquer, relativement à chaque objet, les doutes que l'état actuel de la science peut avoir fait naître, ou avoir contribué à lever.

On retrouve, dans la classe intermédiaire, la continuation des six séries de terrains qu'on a suivies dans la classe primordiale, et l'on y voit commencer trois séries nouvelles. Mais la précipitation qui, pour une partie des terrains, devient de plus en plus confuse, ainsi que l'abondance des terrains de sédiment et de transport, apportent des changemens dans la nature des séries, et augmentent leur mélange.

La *série talqueuse* ne se montre que dans les formations les plus anciennes de la classe; formations qui semblent être la suite immédiate de

celles de la fin de la classe primordiale. Elle comprend des serpentines, des stéaschistes, peut-être des protogynes, et des poudingues quarzeux et stéatiteux qui passent aux terrains de transport de la série micacée, et se confondent avec eux. Dans les formations postérieures, le talc ne reparaît plus.

La *série micacée* est encore, dans cette classe, celle à laquelle appartiennent les terrains les plus généralement répandus; ces terrains sont des phyllades et des schistes qui forment la suite non-interrompue de ceux de la classe primordiale, mais dans lesquels on commence à rencontrer quelques débris de corps organisés, et des terrains de transport, connus sous le nom de *grauwacke*, auxquels ces phyllades passent souvent de la manière la plus complète. Ici le mica n'est plus reconnaissable dans la masse générale des roches. Les terrains de transport de cette série renferment d'ailleurs de nombreux galets des terrains quarzeux et feldspathiques; ils reçoivent ou absorbent, si l'on peut s'exprimer ainsi, la suite de la série talqueuse. En conséquence de ces changemens; j'ai cru plus convenable de désigner la prolongation de cette série, sous le nom de *série schisteuse*, quoiqu'elle ne comprenne pas encore toute la série schisteuse de Werner.

Les terrains de la *série quartzeuse* paraissent, dans la classe intermédiaire, intimement liés avec ceux des séries talqueuse et micacée; ils alternent toujours avec les uns ou les autres, se mélangent avec eux, par des passages nombreux, et se fondent aussi en partie dans les terrains de *grauwacke*; mais on observe également des terrains de transport entièrement quartzeux, brè-

ches, poudingues et grès, ainsi que toutes les nuances intermédiaires entre ces roches arénacées et les quartzites et jaspes schistoïdes qui, entièrement semblables à ceux de la classe primordiale, constituent encore ici la masse principale de la série.

La *série calcaire* devient plus importante que dans la première classe. Plusieurs des terrains qui la composent sont en connexion intime avec ceux des séries micacée, talqueuse et quarzeuse; elle constitue une formation à-peu-près non-interrompue dans toute la période intermédiaire, mais qu'on peut essayer de diviser, pour faciliter l'étude, en trois formations partielles, dont l'une est subordonnée aux plus anciens terrains intermédiaires, talqueux et micacés; la seconde est subordonnée aux terrains de grauwacke, et la troisième se présente comme formation indépendante. La première comprend des calcaires saccharoïdes et des cipolins entièrement semblables aux calcaires primordiaux; dans la seconde et la troisième se présentent les ophicalces ou *marbres campans*, et les calcaires sublamellaires, qui passent d'une manière insensible aux anciens calcaires secondaires. Dans les deux dernières, les débris de corps organisés commencent à se montrer en abondance : ils sont quelquefois si abondans, que la masse entière de terrain calcaire paraît formée de madrépores, et qu'on est porté à la regarder comme ayant été un banc de polypiers, analogue à ceux qui existent aujourd'hui dans les mers.

Dans la *série amphibolique* on trouve quelques amphibolites semblables à ceux de la classe primordiale, des diabases, des ophites, et des trap-

pites subordonnés à différens terrains schisteux ou calcaires; enfin des cornéennes et des spillites ou amygdaloïdes, qui constituent au moins deux formations distinctes : l'une, que j'ai désignée sous le nom géognostique de *spillite variolé*, comprend le *blatterstein* ou *perlstein du Hartz*, *le schaalstein* de Dillenbourg, la variolite du Drac, etc., et forme un terrain particulier qui se présente, avec les mêmes caractères et les mêmes associations, dans plusieurs contrées éloignées les unes des autres; la seconde, qui comprend la cornéenne et les amygdaloïdes proprement dites, ou *mandelstein* des Allemands, se présente souvent avec des caractères de gisement fort douteux, qui la font regarder alors comme appartenant aux terrains secondaires, ou même aux terrains volcaniques. Ici commence peut-être la confusion entre les terrains amphiboliques et les terrains pyroxéniques; confusion qui m'a déterminé à désigner la suite de la série sous le nom de *série trappéenne*.

La *série feldspathique* présente, d'une manière encore plus remarquable que la précédente, des roches crsitallines dures, entièrement semblables à celles des plus anciens terrains primordiaux. On y remarque : 1°. des terrains de pétrosilex et d'eurite, subordonnés aux phyllades, aux grauwackes et aux calcaires intermédiaires, ou renfermant des couches d'anthracite et des psammites micacés; 2°. des terrains, beaucoup plus considérables, de porphyre, de syénite, de protogyne, et même de granite, superposés aux calcaires coquillers ou aux terrains de transport de la série schisteuse. Peut-être doit-on rapporter ici tout le terrain granitique du Hartz, et celui

de plusieurs autres contrées, regardé long-temps comme appartenant aux formations les plus primitives. Le porphyre, que l'on rapporte à cette formation, présente les analogies les plus frappantes, d'une part, avec ceux auxquels on a donné le nom de *formation principale de porphyre*, et qui sont classés comme primordiaux; d'autre part, avec ceux qui sont subordonnés aux terrains de *grès rouge*, et qu'on doit ranger dans la classe secondaire; enfin quelquefois aussi avec les terrains trachytiques, que l'on considère aujourd'hui comme produits par d'anciens volcans.

Les séries *gypseuse* et *saline* commencent à se montrer dans la classe intermédiaire, puisque les observations de M. Brochant de Villiers ont fait connaître que les gypses des Alpes n'étaient point primitifs, ainsi qu'on l'a cru pendant long-temps. Les terrains gypseux sont ou subordonnés aux formations calcaire et schisteuse, ou superposés à ces terrains. Les uns et les autres ont cependant beaucoup de caractères communs, et semblent intimement liés entre eux; mais les seconds sont aussi entièrement semblables aux anciens gypses secondaires; et l'on voit ici un des passages les plus insensibles d'une classe à l'autre. Le sel se présente souvent associé au gypse, ainsi que de nombreuses sources salées; mais des sources semblables sortent ailleurs de terrains de nature bien différente.

La *série charbonneuse* commence également ici: elle comprend une formation d'anthracite, qu'on a long-temps rapportée par erreur aux terrains primordiaux, et peut-être une formation de houille. On voit encore, sur cette ligne, un passage tellement insensible aux formations ran-

gées dans la classe secondaire, qu'on ne sait dans quelle classe placer certains terrains houillers.

Le résumé de l'examen de la classe intermédiaire fait apercevoir que les terrains de la série talqueuse, et les premiers de ceux de la série micacée, sont probablement au nombre des plus anciens de cette classe; mais, pour tout le reste, on voit les membres des différentes séries se présenter indistinctement au-dessous, au milieu, et au-dessus les uns des autres; de manière qu'il paraît à-peu-près impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, d'y déterminer des *formations* ou des espèces géognostiques, et qu'on est porté à regarder le tout comme une grande famille dont tous les membres sont à-peu-près confondus entre eux. Cependant il est bien probable que des observations ultérieures donneront, pour la division de cette classe, des lumières qui nous manquent aujourd'hui. On peut le croire en remarquant que, parmi les terrains intermédiaires, les uns se confondent avec les terrains primordiaux, et que d'autres se confondent tellement avec les anciens terrains secondaires, que la limite qu'on a posée entre les deuxième et troisième classes doit être considérée comme à-peu-près entièrement arbitraire en théorie, et presque impossible à reconnaître dans la pratique.

IIIe. CLASSE.

Des Terrains secondaires.

Ici commence la seconde grande classe des mineurs, celle des *terrains à couches;* mais cette classe est tellement étendue et tellement variée, qu'avant de chercher à déterminer les espèces

géognostiques qu'elle renferme, ou à étudier, dans chaque série, les terrains qui composent ces espèces, il est nécessaire d'établir dans la classe quelques grandes subdivisions.

La division la plus tranchée est celle sur la limite de laquelle se présente le terrain de craie : jusqu'à la craie, tout se suit d'une manière continue; mais la disposition des terrains fait penser qu'un grand intervalle de temps s'est écoulé entre le dépôt de la craie et celui des terrains les plus anciens après elle. Cette distinction autorise suffisamment le renvoi, dans une classe particulière, de tout ce qui est postérieur ou supérieur à la craie. Je désigne les terrains de cette classe sous le nom de *terrains tertiaires*; dénomination employée jusqu'ici, par plusieurs géologues, dans des acceptions diverses et peu nettement déterminées.

Mais l'ensemble formé par la craie et tout ce qui la précède, est encore trop considérable et trop varié, pour être étudié à-la-fois; il faut y introduire une seconde grande division. Cette division peut être placée entre les formations qui présentent encore assez constamment des couches inclinées, des terrains cristallins intercalés, des filons métalliques, etc., et celles qui n'offrent plus aucun de ces caractères. Je crois devoir déterminer ainsi deux groupes de terrains secondaires, que je désigne sous les noms de *terrains secondaires inférieurs* et *supérieurs*.

Premier groupe.

Les terrains de ce groupe ont de tels rapports avec ceux de la classe intermédiaire, et sont si intimement liés avec eux, qu'il est souvent pres-

que impossible de les en distinguer, et qu'on a proposé plusieurs fois de réunir le tout en une seule classe; mais cette réunion n'embrassait pas la totalité du groupe, et ceux des terrains qu'on laissait en dehors, ont, avec ceux que l'on classait ainsi, une connexion plus grande encore que ne l'est la connexion de ceux-ci avec les précédens. Il paraît donc plus convenable, puisque nous sommes obligés d'établir des divisions artificielles, dans le grand ensemble que la nature nous présente si intimement uni, de laisser une de ces divisions à la place qu'on lui a constamment assignée, que de la reporter ailleurs, où elle serait probablement encore plus mal.

Les terrains de ce groupe ont été, depuis vingt ans, l'objet de beaucoup d'études et d'observations, particulièrement dans les Alpes et dans le centre de l'Allemagne; mais les opinions sont encore extrêmement partagées, relativement à la classification en *formations* ou espèces de terrains qu'il renferme. On y reconnaît la continuation de toutes les séries qui se sont déjà présentées dans les classes précédentes; on y reconnaît encore des terrains cristallins qui alternent avec des terrains de sédiment et des terrains de transport très-abondans. Ces derniers mélangent souvent entre eux les principes constituans de différentes séries, particulièrement des séries schisteuse et quartzeuse: des terrains extrêmement étendus, connus sous le nom de *grès rouge*, sont le principal produit de ces mélanges, et ils constituent, dans beaucoup de contrées, les masses les plus abondantes de toutes les formations du groupe.

Dans *la série schisteuse* se présentent princi-

palement des terrains de phyllade pailleté, et des psammites micacés, argileux ou quartzeux, alternant ensemble, renfermant souvent des couches de houille, contenant des empreintes de fougères, de graminées, et quelquefois des coquilles d'eau douce, et constituant la formation connue sous le nom de *terrain houiller;* formation que beaucoup de géologues regardent comme devant être rangée dans la classe intermédiaire, que d'autres indiquent comme subordonnée au terrain de *grès rouge,* mais qui probablement a été déposée, tant avec les derniers terrains de la seconde classe, qu'avec les premiers de la classe suivante, et qui forme la suite des terrains de *grauwacke,* auxquels les psammites houillers sont quelquefois parfaitement semblables. Dans plusieurs localités, les phyllades se présentent seuls, sans psammite et sans houille; ailleurs, ce sont des argiles schisteuses, des argiles sableuses, et autres terrains encore peu connus, parce que les géologues n'ont que très-peu étudié jusqu'à présent, les masses minérales qui ne forment pas des couches solides.

Entre les deux séries *schisteuse* et *quartzeuse,* ou comme *appendice* à la première, se présentent les terrains de psammite rougeâtre et micacé, de poudingue, de pséphite, etc., nommés généralement *grès rouge,* dont les deux formations, désignées sous les dénominations de *grès rouge ancien* (*todteliegende*) et de *grès bigarré,* sont tantôt immédiatement superposées l'une à l autre, et se confondent alors entre elles, tantôt séparées par des terrains calcaires et gypseux, plus ou moins étendus. Le grès rouge ancien est remarquable sur-tout par l'extrême variété de sa composition,

et par ses passages nombreux et insensibles à des terrains de toute nature, qu'il renferme comme subordonnés même à des terrains cristallins très-caractérisés. Situé, en Angleterre, au-dessous du terrain houiller, il lui est partout ailleurs contemporain ou supérieur, et toujours au-dessous des calcaires et des gypses secondaires les plus anciens. Le grès bigarré, au contraire, repose sur les terrains calcaires ou gypseux, ou immédiatement sur le grès rouge ancien; il contient une proportion considérable d'argile; il renferme, comme subordonnés, un terrain gypseux et un terrain d'oolithe.

Il ne paraît pas bien constant que les terrains de grès rouge renferment d'autres débris de corps organisés, que de nombreux fragmens de bois silicifié.

La *série quartzeuse* présente de véritables *grès* subordonnés au terrain houiller et au *grès rouge*, et des jaspes schistoïdes subordonnés aux mêmes terrains ou au calcaire alpin.

Dans la *série feldspathique*, des terrains de pétrosilex et de porphyre se montrent comme subordonnés au terrain houiller et au grès rouge ancien, et on observe les passages les plus insensibles et les plus singuliers de la roche cristalline à la roche arénacée.

La *série amphibolique* ou *trappéenne* présente également des cornéennes et des spillites ou amygdaloïdes, subordonnées aux mêmes terrains de transport, et offrant avec eux les mêmes passages. La confusion, déjà remarquée plus haut, entre les terrains amphiboliques et les terrains pyroxéniques, existe ici plus fortement peut-être encore que dans la classe intermédiaire.

Dans la *série calcaire*, se présentent des terrains généralement répandus, réunis par plusieurs géologues sous le nom de *calcaire alpin*, distingués par d'autres sous des dénominations très-nombreuses. Ils forment des masses puissantes qui se suivent, d'une manière non interrompue, à travers toutes les formations du groupe, et que j'ai essayé de classer en trois formations ou subdivisions principales, sous les noms de *calcaire marbre*, *calcaire argileux*, et *calcaire caverneux* ou *fétide*. Le calcaire marbre, entièrement semblable aux calcaires intermédiaires, semble quelquefois se confondre avec eux; ailleurs il se présente en bancs subordonnés dans le grès rouge ou dans le terrain houiller, ou en grandes masses sur le grès rouge, ou en gisement transgressif sur les terrains intermédiaires. Le calcaire argileux comprend le psammite calcaire (*weiss liegende* des Allemands), le schiste marno-bitumineux, et le calcaire compacte, connu sous le nom de *zechstein*. Les calcaires de la troisième subdivision sont beaucoup plus variés. Ils se montrent souvent associés à une formation gypseuse et saline, ou à des minerais de fer. On les désigne sous les noms de *calcaire marneux-caverneux* (*rauchwacke*), *calcaire marneux-pulvérulent* (*asche*), *calcaire fétide* (*stinckstein*), *calcaire rude* (*rauhkalk*), *calcaire à cavernes*, *calcaire ferrugineux*, *calcaire à gryphytes*, *calcaire à lumachelles*, etc. Peut-être les grandes masses indépendantes de *fer spathique* appartiennent-elles à cette formation.

La plus grande partie des *calcaires calaminaires* paraît appartenir aussi aux diverses

formations du calcaire alpin. Le calcaire *magnésien* des Anglais appartient peut-être aux dernières subdivisions. Il en est de même du *calcaire salifère* du midi de l'Allemagne, du *calcaire argileux* du Boulonnais; enfin d'une grande partie du *calcaire du Jura*. Mais dans le Jura se présentent au moins trois formations, lesquelles, distinctes en quelques points, se confondent en un grand nombre d'autres : la formation inférieure paraît bien analogue au calcaire alpin; la supérieure appartient au groupe des terrains secondaires supérieurs; la formation du milieu, remarquable sur-tout par les nombreuses couches d'*oolithe* qu'elle renferme, se place probablement à la limite des deux groupes.

Une formation de *calcaire oolithique* se présente aussi subordonnée au *grès bigarré*.

On peut dire que, quoiqu'il existe en géologie un très-grand nombre d'incertitudes, relativement aux limites et aux relations des diverses formations de même nature, nulle part ces incertitudes ne sont plus nombreuses et plus fortes que dans la classification des calcaires secondaires inférieurs. Il faudra encore beaucoup d'observations de gisement, il faudra parvenir à la détermination des espèces, dans les nombreux genres de coquilles marines qu'ils renferment, avant de pouvoir classer ces calcaires avec un peu de précision.

On doit réunir, dans ce groupe, comme dans la classe précédente, les *séries gypseuse et saline*, parce que le sel y est presque toujours accompagné de gypse; mais le gypse n'est pas aussi constamment accompagné de sel. L'un et l'autre se présentent, en couches ou en amas, soit dans

le calcaire alpin, soit au-dessus du calcaire alpin, soit dans le *grès bigarré*. On peut ainsi distinguer trois formations de ces terrains, formations qui sont intimement liées l'une à l'autre, et paraissent souvent se confondre.

La première formation peut elle-même être subdivisée; tantôt le gypse se présente dans le calcaire argileux compacte, et il est alors accompagné de sel et de nombreuses sources salées; tantôt il appartient aux assises supérieures du calcaire alpin, c'est-à-dire au calcaire fétide; on n'y observe plus alors de sel; mais il renferme de vastes cavernes d'une espèce particulière, dont on attribue l'existence à la dissolution d'anciennes masses salines. Ce dernier mode de gisement forme un passage complet à celui de la seconde formation qui est superposée au calcaire alpin; mais ici le sel et l'argile salifère sont souvent dominans, et le terrain renferme alors des débris de corps organisés qui manquent dans les formations plus gypseuses. Il y a encore liaison intime entre cette formation et la troisième où le gypse est associé à l'argile du grès bigarré, et de laquelle paraissent sortir une grande partie des sources salées de l'Allemagne.

La *série charbonneuse* a pris son plus grand développement dans ce groupe; elle se compose, 1°. dans le *terrain houiller*, proprement dit, de couches de houille bitumineuse, et d'anthracite; 2°. dans le *grès rouge ancien*, de couches de houille bitumineuse et de *schiste charbonneux*, substance qui semble comme mitoyenne entre la houille et le schiste marno-bitumineux. Dans ces deux formations, la houille renferme les débris et les empreintes de végétaux qui lui sont propres; mais on n'y connaît pas de

fossiles marins; 3°. dans le *calcaire alpin*, de couches de houille sèche ou maigre, avec coquilles marines, et d'indices de lignite dont le gisement n'est pas déterminé; 4°. dans le *grès bigarré*, de petites couches de houille sèche et argileuse, de petits amas de lignite et de succin, le tout accompagné, dit-on, de coquilles marines; mais tout ce qui a rapport à la formation charbonneuse du grès bigarré, est encore peu connu et douteux.

Dans le *résumé* rélatif au groupe des terrains secondaires inférieurs, se représentent, pour la détermination d'un ordre général de formations, des difficultés analogues à celles qu'a offertes le résumé de la classe primordiale, mais qui deviennent ici d'autant plus grandes, que l'universalité des formations diminue toujours avec leur ancienneté, et que celles qui sont encore généralement répandues, prennent dans chaque localité des caractères particuliers qui les rendent quelquefois presque méconnaissables. Ce n'est donc qu'avec beaucoup d'incertitude et de défiance, que j'ai indiqué l'ordre général suivant :

1°. Terrain houiller, c'est-à-dire terrain de phyllade, de psammite et de houille (alternant ordinairement tous trois ensemble, mais quelquefois formés presque entièrement de phyllade), avec jaspe schistoïde, pétrosilex, porphyre, cornéenne, spillite, et calcaire marbre. Cette formation appartient peut-être à la seconde classe.

2°. Terrain de grès rouge ancien, avec porphyre, argilophyre, cornéenne, spillite, phyllade, schiste charbonneux, houille, poudingue, grès, et calcaire marbre.

3°. Calcaire marbre, avec phyllade, psam-

mite, houille, grès rouge, et calcaire calaminaire.

4°. Calcaire argileux, ou calcaire alpin, proprement dit, avec calcaire calaminaire, houille, phyllade, argile schisteuse, psammite, *grès vert*, *grès blanc*, jaspe schistoïde, gypse et sel gemme.

5°. Calcaire caverneux, ou fétide, avec gypse, sel gemme, argile feuilletée, marne, psammite, grès, jaspe schistoïde, silex corné, bitume, fer oxidé, fer hydraté, fer spathique.

6°. Sel gemme, avec argile et gypse.

7°. Grès rouge nouveau, ou grès bigarré, avec argile, grès, sable, *grès vert*, oolithe, calcaire marneux, gypse, sel gemme, fer oxidé argileux, houille, et *nagelflue?*

La liaison entre toutes ces formations est telle, que plusieurs géologues les réunissent sous la dénomination générale de *formation du grès rouge*, terrain auquel ils regardent tous les autres comme étant subordonnés, sauf certains terrains houillers qu'ils rangent dans la classe précédente.

Sur chaque série, la liaison est aussi tellement grande, tant avec les terrains de la classe précédente qu'avec ceux du groupe suivant, que les limites sont souvent impossibles à déterminer.

Avec ce groupe cessent les terrains cristallins (qu'on ne retrouve plus que dans les formations réputées volcaniques), les couches inclinées, et les filons, couches et amas de minerais métalliques, autres que certains minerais de fer.

Second groupe.

Nous arrivons à l'époque à laquelle la série calcaire, après avoir continuellement augmenté de

puissance, depuis les plus anciennes formations postérieures au premier granite, est devenue essentiellement prédominante. Les terrains de cette série composent la masse presque totale des formations du groupe des *terrains secondaires supérieurs*. Les autres séries générales ne présentent plus que des terrains de transport, parmi lesquels le quarz seul conserve quelquefois sa pureté.

Les principes constituans des autres terrains anciens sont tous confondus et méconnaissables; les séries feldspathique, amphibolique, schisteuse, etc., ont disparu, et à leur place, on ne voit plus que des argiles. Parmi les séries moins générales, on retrouve seulement ici la suite de la série charbonneuse.

La *série calcaire* se compose, dans ce groupe, de deux terrains connus sous les noms de *calcaire coquiller* et de *craie*. Ces terrains ne se présentent pas ordinairement dans les mêmes contrées, et il ne paraît pas qu'on ait jamais observé la superposition directe de l'un à l'autre; cependant, lorsqu'ils se rapprochent à la surface du sol, le calcaire coquiller paraît s'enfoncer sous la craie, et les deux formations semblent séparées par une formation sableuse ou argileuse. Dans ce dernier cas, l'argile est souvent marneuse, et présente des passages complets à chacun des deux terrains calcaires.

Les couches inférieures du calcaire coquiller passent au calcaire oolitheux du Jura, ou à un psammite calcaire, selon qu'il recouvre les calcaires plus anciens ou le grès bigarré. Il renferme de nombreuses couches d'argile marneuse feuilletée, des rognons, veinules, ou couches minces de silex corné, et des couches ou amas ir-

réguliers de minerai de fer hydraté. Il renferme aussi des couches minces de houille argileuse.

La craie renferme des rognons ou des couches minces de silex pyromaque; ses couches inférieures sont parsemées de points verts qu'on croit analogues à la chlorite; leur tissu est plus grossier, elles deviennent sableuses ou argileuses. Au-dessous de la craie se trouvent souvent des argiles glaises très-prononcées, ou des sables.

Dans la *série quarzeuse* on remarque principalement un terrain de grès et poudingue, connu en allemand sous le nom de *quader sandstein*, et que je désigne sous celui de *grès blanc*, renfermant des bancs d'argile schisteuse, de marne sableuse, etc., et de petites couches de houille et de minerai de fer oxidé. Quand ce terrain repose sur le *grès bigarré*, on le confond avec lui; mais ailleurs il recouvre le calcaire coquiller.

Les grès et les sables, qu'on observe en France entre le calcaire coquiller et la craie; le psammite, connu en Angleterre, dans une position géologique analogue, sous le nom de *grès vert*, se rapportent probablement à la même formation.

La *série argileuse* nous présente des couches d'argile feuilletée, glaiseuse ou marneuse, soit subordonnées au calcaire coquiller, soit subordonnées au *grès blanc*, soit situées au-dessous du terrain de craie. L'argile se mélange avec la houille de ces formations, ainsi qu'avec les couches de minerai de fer qu'elles renferment. Des poudingues argileux se rencontrent au-dessous de tous les terrains de craie et d'argile, immédiatement superposés, mais en gisement transgressif, aux terrains du groupe précédent, particulièrement au terrain houiller.

Dans la *série charbonneuse*, nous remarquons de petites couches de houille très-argileuse et très-pyriteuse, soit dans les couches supérieures du calcaire coquiller, soit dans les couches inférieures du *grès blanc*. Les fossiles végétaux que contient cette houille sont différens de ceux des houilles du groupe précédent; mais la houille est encore assez bitumineuse, et regardée par les minéralogistes allemands comme de véritable *houille*. Des indices assez nombreux de *lignite* se présentent aussi dans les terrains de grès blanc et de calcaire coquiller.

Il ne paraît pas constaté que l'on rencontre, dans ce groupe, aucun terrain appartenant aux *séries gypseuse et saline*.

Le résumé relatif au groupe des terrains secondaires supérieurs, présente l'ordre suivant, comme probable, pour le petit nombre de formations que ce groupe renferme.

1°. CALCAIRE COQUILLER, avec marne, argile, psammite calcaire, minerai de fer hydraté, houille et gypse.

2°. GRÈS BLANC, avec poudingue quarzeux, sable, psammite verdâtre ou *grès vert*, argile, marne, poudingue argileux, houille et lignite.

3°. CRAIE, avec marne, argile et silex.

IVe. CLASSE.

Terrains tertiaires.

En arrivant à cette classe, on observe une ligne de séparation très-marquée entre les terrains précédens et ceux qui vont suivre. Nulle part on ne voit de passage de la craie aux terrains tertiaires, à plus forte raison de ceux-ci aux terrains qui sont antérieurs à la craie, lorsqu'ils

les recouvrent immédiatement. Au contraire, quoique la craie soit en couches horizontales comme tout ce qui lui est superposé, la superposition n'est pas *concordante*, parce que la surface du sol de la craie a présenté des inégalités nombreuses et considérables aux terrains qui se sont déposés sur elle horizontalement, mais en se relevant un peu quelquefois vers les pentes des terrains crayeux, et en recouvrant alors les tranches. Il y a donc eu un long intervalle et des dégradations superficielles entre le dépôt de la craie et le dépôt des terrains tertiaires. De plus, à partir de la craie, on ne trouve plus de *formations générales* : les causes qui ont produit les terrains tertiaires n'ont agi que dans les localités plus ou moins circonscrites ; les circonstances locales ont donc influé sur les formations de cette période, d'une manière plus puissante que sur les formations antérieures. On peut essayer cependant encore de rapporter ces formations aux types qui ont été déterminés dans l'*Essai sur la Géographie minéralogique des environs de Paris*, par MM. Cuvier et Brongniart. Ce bel ouvrage est le seul où l'on ait jusqu'à présent classé les terrains tertiaires avec précision, et plusieurs des subdivisions qui y sont établies ont été retrouvées exactes dans le petit nombre d'autres contrées où ces terrains ont été étudiés depuis. Il faut remarquer sur-tout, parmi les faits nouveaux et intéressans que cet ouvrage a fait connaître, l'alternative qui existe, dans les terrains tertiaires, entre les formations marines et celles qui portent l'empreinte de leur dépôt sous des eaux douces, alternative caractérisée par les fossiles que ces terrains renferment, et qui indique le retour successif, à plu-

sieurs reprises, de révolutions locales d'un genre tout-à-fait différent, dont le mélange peut paraître bien difficile à concevoir. Rappelons ici que le terrain houiller semble présenter un fait du même genre, au milieu des plus anciennes formations marines. D'autres faits analogues seront sans doute reconnus dans les classes secondaire et intermédiaire, quand les *espèces* fossiles seront mieux déterminées qu'elles ne l'ont été jusqu'ici.

L'argile, le sable, le silex, le calcaire et le gypse composent la masse des terrains tertiaires, dans lesquels on retrouve ainsi la suite des séries argileuse, quarzeuse, calcaire et gypseuse. On y retrouve aussi la suite de la série charbonneuse. Les terrains de transport de ces différentes séries se lient, par des associations et des passages nombreux, aux terrains de transport plus récens qui sont désignés sous le nom de *terrains d'alluvion*, et avec lesquels un assez grand nombre des premiers ont même été souvent confondus.

L'Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris, étant certainement très-connu des lecteurs des Annales, et un extrait détaillé de cet ouvrage ayant été inséré dans le tome 31 du Journal des Mines, je me contenterai de rappeler ici la liste des différens terrains déterminés par MM. Cuvier et Brongniart, avec un petit nombre d'additions, en classant d'abord le tout en *séries*, et ensuite en *formations*, et en ajoutant seulement à cette liste de courtes observations.

La *série argileuse* comprend, 1°. l'argile plastique qui remplit le fonds des inégalités du sol de craie, sans jamais présenter aucun pas-

sage avec lui ; qui alterne avec des couches de sable et de gravier, et qui ne renferme point de fossiles dans sa partie inférieure, mais contient, dans la partie supérieure, soit plusieurs coquilles marines appartenant au calcaire qui la recouvre, soit des couches de lignite avec des coquilles fluviatiles. Ce contraste entre les fossiles attribués à une même formation peut faire penser qu'il y aura lieu de faire ici quelques subdivisions, d'après des données qui ne sont pas encore connues ; 2°. les marnes du calcaire grossier ; 3°. les marnes du gypse ; 4°. les marnes marines supérieures au gypse ; 5°. les marnes des meulières sans coquilles ; 6°. la marne du second terrain d'eau douce. Toutes ces marnes, qui sont plus ou moins argileuses ou calcaires, présentent, dans cette période, des passages fréquens de l'une à l'autre série. Les dernières présentent aussi un véritable passage aux marnes des terrains d'alluvion.

La *série quarzeuse* comprend deux espèces de terrains différens, *a* les grès et les sables, et *b* les silex. Quelques géologues ont présenté, depuis peu, les sables et grès de cette période, comme des dépôts cristallins à l'état grenu (*Voy.* Journal des Mines, n°. 225). J'ai pensé cependant, avec les rédacteurs de ce recueil, qu'il y avait toujours lieu à considérer ces terrains comme de véritables terrains de transport. 1°. Le sable de l'argile plastique ; 2°. le sable, le grès et le silex du calcaire grossier ; 3°. les sables et grès sans coquilles, qui recouvrent quelquefois le gypse et quelquefois immédiatement la craie, et qu'on a retrouvés dans un assez grand nombre de localités étrangères aux autres formations parisiennes ; 4°. les sables et grès marins supérieurs ;

5°. la meulière sans coquilles et le sable qui l'accompagne ; 6°. enfin les silex et sables du terrain d'eau douce, auxquels M. Omalius d'Halloy rapporte plusieurs dépôts de sable de la Sologne, du Gâtinois, du Maine, *etc.*, composent la série quarzeuse du terrain tertiaire, série qui paraît se mélanger avec la série calcaire, dans les terrains désignés sous le nom de *calcaire siliceux* (particulièrement à l'époque du n°. 2 ci-dessus, et aussi à l'époque du n°. 6), ou de *calcaire sableux*.

Dans la *série calcaire*, on distingue sur-tout 1°. *le calcaire grossier* ou *calcaire à cérites*, dont les couches inférieures sont souvent sablonneuses, et qui est remarquable sur-tout par l'immense quantité de coquilles marines que plusieurs de ses couches moyennes ou supérieures renferment. Quelquefois elles alternent avec des couches de grès, et contiennent un mélange de coquilles marines et de coquilles d'eau douce; 2°. le *calcaire siliceux inférieur* et le *premier calcaire d'eau douce*, qui constituent une formation inférieure au grès sans coquilles et contemporaine au gypse ; 3°. *le second calcaire d'eau douce*, qui paraît souvent avoir beaucoup de connexion avec le terrain précédent, mais qui en est quelquefois séparé par les grès et sables sans coquilles, et qui ailleurs recouvre tous les autres terrains : il passe quelquefois au tuf calcaire par des nuances insensibles.

La *série gypséuse* renferme un terrain de *gypse grossier* bien remarquable par les ossemens de grands animaux terrestres qu'il renferme, et avec lesquels M. Cuvier a déterminé plusieurs espèces et genres de mammifères qui

n'existent plus aujourd'hui; par son mélange avec des couches de marnes qui contiennent des coquilles d'eau douce, et par la liaison intime qui paraît cependant exister entre lui et d'autres marnes qui le recouvrent et qui renferment des coquilles marines. Ce terrain recouvre le calcaire grossier; mais il manque souvent dans la série générale des terrains tertiaires.

La *série charbonneuse* présente une formation considérable de lignite qui a été rapportée jusqu'à présent aux terrains d'alluvion, mais qui existe dans diverses contrées, au-dessous du calcaire à cérites, ou d'un terrain de grès, ce qui la classe bien dans les terrains tertiaires, en la rapportant même à l'époque de l'argile plastique, c'est-à-dire du plus ancien de ces terrains. Ce lignite alterne en effet avec des couches d'argile, de sable et de gravier; mais il ne renferme que des fossiles d'eau douce, tandis que les fossiles qui existent ailleurs dans les couches supérieures de l'argile plastique appartiennent à des genres marins. On a cru reconnaître dans les végétaux de certains lignites de nos contrées, des espèces analogues à celles qui existent aujourd'hui dans les pays chauds. Le lignite est assez fréquemment recouvert par une formation basaltique.

Postérieurement à cette formation principale, on retrouve le lignite disséminé dans les divers terrains calcaires, argileux et gypseux de cette classe. Les *tourbes ligneuses* ou *tourbes marines* paraissent être des lignites de formation assez moderne. Les *forêts sous-marines* paraissent moins anciennes encore, et le tout forme un passage insensible du lignite à la tourbe, et par conséquent de la classe tertiaire à celle des terrains

d'alluvion. Ceux-ci renferment d'ailleurs aussi des végétaux enfouis à l'état de véritable lignite.

Le *résumé sur les terrains tertiaires* présente les différentes formations déterminées par MM. Cuvier et Brongniart dans l'ordre suivant :

1°. Argile plastique et sable avec lignite;

2°. Calcaire grossier, avec marne et grès marin;

3°. Calcaire siliceux et meulière (1er. calcaire d'eau douce);

4°. Gypse et marne d'eau douce;

5°. Marnes marines;

6°. Sables et grès sans coquilles;

7°. Sable et grès marin supérieur;

8°. Meulière sans coquille, sable et marne;

9°. Calcaire marneux, marne, calcaire siliceux, silex, meulière et sable. (Second terrain d'eau douce.)

Plusieurs géologues ont présenté, depuis quelques années, diverses considérations, pour faire, dans la séric générale des formations tertiaires, des réunions, soit fondées sur la nature des terrains, soit fondées sur celle des fossiles que ces terrains renferment, et pour réduire le tout à trois ou quatre formations principales, différemment composées, d'après la différence des principes dont ils sont partis. Mais les réunions qui conviennent le mieux à certaines localités, sont, dans d'autres localités, impossibles à faire. Il convient donc seulement de rappeler que toutes les formations indiquées ci-dessus présentent entre elles des passages nombreux et variés, et que sur toutes les séries, excepté sur la série gypseuse, on observe des passages aux terrains de la classe suivante.

Ve. CLASSE.

Terrains d'alluvion ou d'atterrissement.

Je n'ai conservé ce nom qu'aux terrains de transport postérieurs à tous les terrains de sédiment, et plus ou moins analogues avec ceux que les alluvions des fleuves et des rivières forment encore sous nos yeux. Ainsi déterminés, ces terrains ne constituent que des *formations locales* qui se présentent, sur les différentes parties de la surface du globe, avec des modifications dépendantes de chaque localité. Il est par conséquent impossible d'en donner aucune description générale; on peut à peine saisir un fort petit nombre de caractères qui soient communs aux diverses localités. D'ailleurs, ces terrains ont été jusqu'à présent très-peu étudiés, et nos connaissances à leur égard sont presque nulles.

Il paraît évident qu'on ne doit plus suivre ici la trace des *séries* : tout se mêle et se confond, dans ce qui n'est que le produit des débris de toute sorte, entraînés et amoncelés par les eaux. On retrouve cependant, dans cette classe, des argiles, des marnes, des sables quelquefois assez analogues aux terrains de la classe précédente; on y trouve aussi des galets et des poudingues de toute espèce, des tourbes et des minerais de fer limoneux.

J'ai essayé de profiter des deux modes de classification, qui ont été proposés jusqu'à présent pour les terrains d'alluvion, en les divisant d'abord en *alluvions anciennes* et *modernes*, et subdivisant chaque groupe en *alluvions de montagnes* et de *plaines*; mais je n'ai pu donner,

pour toutes ces subdivisions, que des indications très-vagues et extrêmement incomplètes.

Les *alluvions anciennes* paraissent être le produit d'inondations très-anciennes et très-fortes, de ravages considérables occasionnés par les eaux, et qui ont entraîné au loin des masses volumineuses de galets, sable, limon, même des blocs considérables de rochers. Ceux-ci ont souvent été emportés et déposés, même à une assez grande hauteur, sur des terrains de formation bien postérieure à la leur, ainsi qu'on en voit de nombreux exemples dans les blocs de roches primordiales des Alpes, qu'on trouve sur la pente orientale des montagnes calcaires du Jura. Pour les *alluvions anciennes des montagnes*, j'ai cité seulement l'exemple célèbre du terrain de *nagelflue* et de *mollasse* de la Suisse, mais en avouant mes doutes sur la justesse de son placement dans cette classe. Beaucoup de caractères me semblent devoir porter, en effet, à classer au moins une partie de ce terrain avec le *grès bigarré*, dans les formations secondaires; mais tous les *nagelflues* ne paraissent pas être de la même époque : on en a cité qui contiennent des fragmens de *nagelflue* plus ancien, et on pourrait peut-être reconnaître, dans ce grand ensemble de terrains de transport, deux formations distinctes, dont l'une seulement appartiendrait aux terrains d'alluvion.

Des *alluvions anciennes de plaines* se présentent dans les vastes *Llanos* de l'Amérique méridionale, dans les déserts sablonneux de l'Afrique et de l'Asie, dans la grande plaine qui, au midi de la mer Baltique, s'étend depuis la Hollande jusqu'en Russie, et où l'on reconnaît des

fragmens et même de gros blocs de roches des montagnes de Suède et de Norwége, dans la vallée du Rhône, etc. Peut-être doit-on y rapporter celui des terrains d'atterrissement décrits dans la géographie minéralogique des environs de Paris, qui se présente dans des plaines éloignées des vallées actuelles, et renferme des débris de grands animaux.

Le groupe des *alluvions modernes* comprend les produits d'inondations partielles, qui paraissent avoir eu lieu, dans chaque contrée, à des époques beaucoup moins reculées que celle du premier groupe, ou d'atterrissemens plus ou moins considérables, formés lentement par les fleuves et les rivières, et dont un assez grand nombre s'accroît encore. Celles des *pays de montagnes*, désignées par les Allemands sous le nom de *seyffengebirge*, contiennent quelquefois des minerais métalliques très-pesans et très-peu altérables, tels que de l'étain oxidé, de l'or natif, du platine, etc., ou des gemmes. Le diamant n'est exploité que dans un terrain analogue qui s'étend aussi dans les plaines. Il en est de même pour tout l'or qui vient du Brésil et de l'intérieur de l'Afrique.

L'aggloméral de gravier quarzeux et feldspathique, désigné sous le nom de *granite régénéré*, doit être classé ici. Il en est de même des terrains de tourbe des montagnes, que l'humidité des nuages contribue incessamment à former et à entretenir sur les pentes peu élevées, et qui ont un accroissement et une *marche* assez analogues à l'accroissement et à la marche des glaciers des hautes chaînes.

Les *alluvions modernes des plaines* comprennent des sables, des cailloux roulés, des mi-

nérais de fer limoneux, des tourbes, etc. Les Allemands les divisent en *terrains marécageux*, *terrains sablonneux* et *terrains argileux* ou *limoneux*; mais ils comprennent, sous ces dénominations, plusieurs terrains que j'ai rangés dans les formations tertiaires, spécialement les *terrains à lignite*.

Les alluvions modernes se présentent superposées à tous les autres terrains, même aux alluvions anciennes desquelles il importe de les distinguer. Elles remplissent quelquefois en partie les cavernes des terrains calcaires anciens; elles contiennent de nombreux fossiles parmi lesquels un grand nombre a des analogues encore existans aujourd'hui. Elles renferment aussi des bois silicifiés et des lignites. *Les forêts sous-marines* en font peut-être partie.

Les courans d'eau actuels forment continuellement, avec les débris qu'ils entraînent dans leur cours, des alluvions semblables aux précédentes; elles nous montrent la série des formations de terrains comme non interrompue jusqu'à nos jours.

Cette continuité est bien plus frappante encore dans l'examen des *terrains de tuf*, qu'on place, comme *appendice*, à la suite des terrains d'alluvion, et dans lesquels on voit des précipitations chimiques produire encore journellement des terrains sous nos yeux. Un grand nombre de fontaines et de torrens déposent sans interruption des tufs calcaires très-variés, mais dont quelques-uns offrent un passage insensible au calcaire d'eau douce des formations tertiaires. D'autres ont même l'apparence des calcaires anciens: tel est le *travertin* des environs de Rome.

Enfin les animaux marins, sur-tout les lithophytes, forment continuellement aussi, dans les mers des zones torrides, des terrains calcaires dont l'accroissement rapide est remarqué par tous les navigateurs. On peut se rappeler que des formations calcaires, placées très-loin dans l'ordre général d'ancienneté des terrains, paraissent avoir dû leur origine à une opération semblable à celle que nous voyons ainsi se continuer encore sous nos yeux. Combien d'autres analogies, sur lesquelles nous n'avons aucune donnée, peuvent exister entre les terrains de nos continens, et tout ce qui se forme ou se modifie incessamment au fond des masses liquides qui couvrent plus des deux tiers de la surface du globe!

VIe. CLASSE.

Terrains pyrogènes.

J'ai désigné sous ce nom, proposé par M. Brongniart, les terrains qui ont ou paraissent avoir été produits, ou fortement modifiés par l'action des feux souterrains. Je les ai divisés en quatre ordres, savoir : les *terrains pseudo-volcaniques*, les *terrains produits par les salses*, les *terrains volcaniques* et les *terrains réputés volcaniques*.

1er. ORDRE.

Les *terrains pseudo-volcaniques* sont altérés par la combustion tranquille des gîtes de combustibles minéraux, et sur-tout des houilles. Les minéralogistes allemands en font quatre espèces, désignées sous les noms d'*argile brûlée*, de *scories terreuses*, de *jaspe porcellanite* et de *fer argileux bacillaire* ; mais ces noms s'appliquent à des roches, et non à des terrains.

2e. ORDRE.

Les *salses*, petits volcans d'une espèce particulière, produisent des *coulées* de *vase argileuse*, lesquelles forment, en se solidifiant, des terrains assez étendus. Une sorte de connexion semble lier ces terrains à ceux qui, dans l'ordre suivant, sont le produit des immenses éruptions boueuses des volcans d'Amérique.

3e. ORDRE.

Sous le nom de *terrains volcaniques*, j'ai compris, non-seulement les produits des volcans actuellement brûlans, mais encore ceux qui sont généralement regardés comme étant le produit des volcans éteints. Les uns et les autres sont formés de roches à base de pyroxène et de feldspath, désignés sous le nom de *laves*, ou de produits pulvérulens qu'on nomme *sables* ou *cendres volcaniques*.

Les laves sont *compactes* ou *boursoufflées* ou *scoriacées*, très-rarement *vitreuses*, dans les volcans brûlans ou incontestables ; elles ne constituent pas de *couches*, mais des gîtes qui ont un genre de structure particulier, désignés sous le nom de *coulées*. Très-rarement elles offrent des escarpemens à structure prismatique : presque tous les faits de ce genre qui ont été cités, sont plus ou moins contestés.

Les produits pulvérulens, originairement déposés sur les flancs des montagnes volcaniques, entre les *coulées*, sont souvent ensuite remaniés et agglutinés par les eaux. Ils constituent alors les *tuffas* ou *tufs volcaniques*, et forment des *couches* plus ou moins étendues au pied des

montagnes volcaniques, et quelquefois recouvertes par des coulées de laves.

Les *produits vaseux immédiats*, très-rares dans les volcans d'Europe, sont très-abondans dans les volcans d'Amérique. Ils renferment souvent une grande quantité de poissons d'une espèce particulière, qui sont rejetés vivans par les volcans, au milieu de masses boueuses très-liquides. En se refroidissant et se consolidant, ces masses prennent une texture assez compacte et une apparence porphyroïde.

Les terrains volcaniques sont superposés à tous les autres terrains, même aux terrains d'alluvion; tout au plus alternent-ils quelquefois avec les alluvions modernes. On les trouve souvent en contact avec les terrains du premier genre de l'ordre suivant : dans ce cas, ils leur sont toujours superposés, quand ils sont le produit des volcans brûlans; mais il existe quelquefois une liaison intime entre les produits des volcans éteints incontestables, et les terrains basaltiques.

4e. ORDRE.

J'ai placé ici les *terrains réputés volcaniques*, sans prétendre décider la question relative à leur origine, mais en considérant seulement leurs rapports nombreux avec les terrains de l'ordre précédent, et tout ce qui les éloigne au contraire des terrains tertiaires et des terrains d'alluvion, auxquels les géologues allemands les réunissent, sous le nom de *terrains de trapp secondaire*. Ils se trouvent d'ailleurs ainsi placés à la fin de l'aperçu général des terrains, comme une espèce d'appendice énigmatique encore indéterminé.

Je subdivise cet ordre en deux genres que je

nomme *terrains basaltiques* et *terrains trachytiques*.

Les *terrains basaltiques* sont formés principalement de basalte et de basanite, de vake et de vakite, de dolérite, de spillite à base de basalte, du *graustein* de Werner, de pétrosilex feuilleté (*klingstein*), et d'eurite porphyroïde (*porphyrschiefer*). On connaît aussi des *tufs* basaltiques analogues aux *tuffas* volcaniques. Enfin quelques minéralogistes allemands y rapportent un grès très-dur, à ciment quartzeux, qu'ils ont nommé *trapp-sandstein*.

Ordinairement les terrains basaltiques ne forment pas de *coulées*, mais de véritables *couches* parallèles entre elles; ils se présentent fréquemment alors sans aucune association qui porte l'empreinte du feu, et recouvrent toute espèce de terrains primordiaux, secondaires ou tertiaires, même des terrains de lignite. On a annoncé aussi que des terrains basaltiques bien caractérisés se présentaient en couches alternant avec des calcaires coquillers, et même au-dessous de couches de phyllade ou de grès. Ces terrains offrent fréquemment la structure prismatique, et constituent alors ce qu'on nomme des *chaussées basaltiques*. Les plateaux de basalte présentent quelquefois beaucoup de ressemblance, dans leur disposition, avec les plateaux de porphyre, et le basalte y est associé avec le dolérite, dans des relations de gisement qui sont analogues à celles qu'affectent en pareil cas le porphyre et la syénite, la serpentine et l'euphotide. Dans différens pays, les terrains basaltiques constituent assez fréquemment des gîtes qui traversent verticalement des terrains de toute classe, et qui pénètrent dans la profondeur, soit avec

des dimensions bornées dans les deux sens horizontaux, soit au contraire avec une longueur très-considérable, ce qui leur donne, dans ce dernier cas, plusieurs des caractères des filons; mais ils manifestent souvent alors quelques autres caractères d'après lesquels on peut supposer qu'ils ont été dans un état de liquidité ignée. La vake constitue aussi de nombreux filons, quelquefois associés avec des filons métalliques.

Dans plusieurs volcans actuellement brûlans, le basalte paraît constituer la base de la montagne, et il se présente au-dessous de tous les produits volcaniques; mais dans quelques contrées de volcans éteints, les terrains basaltiques semblent liés intimement aux coulées volcaniques les plus évidentes.

Les *terrains trachytiques* sont formés principalement de trachyte et de domite, renfermant des bancs subordonnés de rétinite, d'obsidienne, d'eurite porphyroïde, de pétrosilex feuilleté, de ponce et de scorie feldspathique; ils passent au *graustein* de Werner, à l'argilolite et à l'argilophyre.

Le tout forme ordinairement des montagnes arrondies ou *dômes*, rarement des sommets escarpés. Les cimes voisines l'une de l'autre ne présentent pas, en général, de rapports entre elles, et on n'y observe pas de couches.

On n'a pas encore pu observer ce qui existe au-dessous des terrains trachytiques: souvent en contact avec les basaltes, ce n'est que dans un très-petit nombre de localités qu'on est parvenu à reconnaître que ceux-ci leur étaient superposés. Ils semblent cependant, dans beaucoup de contrées, en connexion intime avec les ter-

rains basaltiques, et même avec les terrains de volcans incontestables. Ils constituent, en Amérique, la masse principale de presque toutes les montagnes volcaniques. On trouve aussi des couches analogues à celles des terrains trachytiques, dans les produits de plusieurs volcans, aujourd'hui brûlans. Ces motifs et quelques autres ont porté un grand nombre de minéralogistes à regarder les terrains trachytiques comme de formation volcanique; mais on ne croit pas qu'ils aient coulé comme les laves, et comme on le pense pour certains basaltes; on ignore absolument par quel mode d'action les volcans ont pu les produire ou les modifier.

Cependant, des terrains tout-à-fait semblables se retrouvent aussi dans des localités et dans des circonstances, et paraissent se rapporter à des époques de formation, où jamais l'action des volcans n'a été soupçonnée : Saussure a reconnu, à Valorsine, une roche porphyrique entièrement semblable à celle qui forme la montagne du Puy-de-Dôme; les eurites porphyroïdes des Monts-Euganéens sont, au moins en partie, tout-à-fait analogues à ceux qui forment des bancs subordonnés dans le gneiss de Freyberg en Saxe; M. Esmarck indique des gîtes de minerais métalliques dans le terrain trachytique de la Hongrie; M. de Humboldt en indique dans les terrains semblables du Mexique. Peut-on donc penser qu'il ait existé des volcans antérieurs aux grands phénomènes aqueux qui ont rempli les filons, et contemporains des formations cristallines les plus anciennes? On se rappelle d'ailleurs les rapprochemens que nous avons faits entre certains terrains syénitiques et porphyriques, et les terrains de basaltes; on se rappelle

aussi que la formation principale de porphyre et de syénite renferme quelquefois un *terrain de granite* absolument semblable à celui qui constitue la plus ancienne formation primordiale connue. . . . .

C'est ainsi que tout se lie et s'enchevêtre dans l'étude géognostique des terrains. Nous avons reconnu, pour chaque nature des roches, les passages les plus insensibles des terrains de différentes classes, entre eux; nous avons reconnu, dans chaque classe, des passages semblables entre les terrains de nature diverse, et même entre ceux qui nous semblent être les produits de genres de phénomènes entièrement différens; nous apercevons maintenant des rapports extraordinaires entre les formations regardées comme les plus anciens résultats de précipitations dans un liquide, et celles dont on attribue l'existence à des éruptions volcaniques, postérieures à presque tous les dépôts aqueux : cette liaison entre des produits d'époques si éloignées, cette conformité entre des objets dont la dissemblance paraîtrait devoir être si grande, tout nous fait voir une constance et un enchaînement également admirables dans les lois que l'auteur des choses a données à la nature; mais tout nous fait voir, en même temps, la vanité des systèmes avec lesquels nous prétendrions déterminer et expliquer ces lois, lorsque nous commençons à peine à connaître une petite partie de leurs effets.

RECHERCHES

SUR

LES EFFETS DYNAMIQUES DES ROUES

MUES

PAR LA PERCUSSION DE L'EAU;

PAR M. ROUSSELL-GALLE, Ingénieur au Corps royal des Mines.

DIVERSES théories ont été proposées sur les effets des roues hydrauliques à percussion. Dans les unes, l'impulsion du fluide dirigé perpendiculairement contre les aubes, est supposée proportionnelle au carré de la vitesse à laquelle elle est due, et à la surface choquée; dans les autres, c'est seulement le produit de cette surface, par la première puissance de la vitesse, qui représente la loi du choc. Quoique la première hypothèse parût être confirmée par les expériences de Bossut, l'expression donnée par la seconde a été presque généralement admise, dès qu'on a connu les recherches expérimentales de Sméaton.

Ce n'est point une théorie nouvelle que je vais exposer ici, mais bien la preuve que les formules de Bossut sont, jusqu'à présent, ce qui approche le plus de la vérité, qu'il se rencontre nombre de cas dans la pratique où elles s'en écartent peu, et qu'au contraire, l'emploi des autres ne pourrait qu'induire dans les plus grandes er-

reurs. Mais il est assez singulier que ce soit principalement à l'aide de ces mêmes expériences de Sméaton, qui ont fait rejeter les résultats de Bossut, et adopter ceux de Borda et de Don Georges Juan, que j'espère convaincre les mécaniciens et les géomètres.

Lorsque le courant est supposé n'exercer son action perpendiculaire que sur une seule aube, l'expression de l'effet, suivant la première hypothèse, est, en appelant A la surface choquée, C le coefficient de la percussion, u la vitesse du centre d'impression, et V celle du courant, la densité de l'eau étant un, $CAu\,(V-u)^2$. La supposition d'une seule aube qui se meuve parallèlement à elle-même, ne se réalise jamais dans la pratique ; mais il est évident qu'on en sera d'autant moins éloigné, que le nombre des aubes sera plus grand, et l'axe plongé plus petit, par rapport au rayon. D'après cela, on doit présumer que si, comme il est permis de le croire, d'après les expériences de Bossut, la loi supposée est celle de la nature, ou en diffère peu, cette formule sera une limite applicable dans bien des cas.

Cependant, parce que la vitesse correspondante au *maximum* d'effet est ici, $\frac{1}{3}$V, et que les résultats de Sméaton égalent souvent $\frac{2}{5}$V, paraissent atteindre quelquefois $\frac{1}{2}$V, et surpassent toujours $\frac{V}{3}$, on s'est empressé de rejeter l'expression précédente, et de la remplacer par cette autre, $CAuV\,(V-u)$, qui se déduit de la seconde hypothèse, et qu'on a cherché aussi, par des considérations spécieuses, à conclure

de la première ; préférence qu'on veut aujourd'hui justifier, par la raison qu'au *maximum*, on a ici $u = \frac{V}{2}$, ce qui, en effet, paraît parfaitement d'accord avec les expériences de Sméaton.

Cela posé, si, dans une fonction quelconque susceptible d'un *maximum*, on substitue pour la variable, la valeur qui y correspond, augmentée d'une quantité h, on sait que d'après les conditions générales des *maxima* et des *minima*, la variation de la fonction sera nécessairement de cette forme, $A h^{2n} + B h^{2n+1} +$ etc., n étant un nombre entier ; d'où il suit, que pour les petites valeurs de h, la fonction ne changera pas sensiblement, et que son accroissement pourra être négligé. C'est ainsi que dans le cercle, à l'accroissement infiniment petit de l'abscisse, répond, pour la plus grande ordonnée, une variation infiniment petite du second ordre.

Aussi, en substituant successivement $\frac{V}{2}$ et $\frac{2}{5}V$, à la place de u, dans la formule $CAu(V-u)^2$, on trouve $\frac{AV^3}{8}$, et $\frac{18\,AV^3}{125}$; quantités qui ne diffèrent respectivement de $\frac{4}{27}AV^3$, valeur de l'effet *maximum*, que de $\frac{1}{43}$ et de $\frac{1}{241}$. Par-là, est mise en évidence la possibilité que cette formule approche beaucoup de l'exactitude dans certains cas, et que néanmoins, la vitesse de la circonférence de la roue, ou mieux celle du centre d'impression qui donne le plus grand effet, surpasse sensiblement le tiers de celle du courant. Nous verrons, en effet, que la va-

leur $u = \frac{1}{3}V$ donnée au *maximum*, par l'expression $CAu(V-u)^2$, est la limite dont on approchera dans la pratique, toutes les fois que les machines réuniront, autant que possible, les conditions exigées pour l'exactitude rigoureuse de cette formule, et que, dans les autres cas, la vitesse *maximum* pourra surpasser $\frac{1}{3}V$, mais n'atteindra point $\frac{1}{2}V$.

Passons maintenant aux résultats d'expériences qui doivent mettre les assertions précédentes hors de doute, et parcourons d'abord les recherches expérimentales de Sméaton.

La table première de ces recherches contient les données et les résultats de vingt-sept expériences faites avec une roue de 75 pouces de circonférence, portant vingt-quatre ailes dirigées au centre, et tournant dans un coursier. Admettant, conformément à l'observation, que dans ce cas le coefficient de la percussion est sensiblement égal à l'unité, l'expression de l'effet, dans l'hypothèse où l'intensité du choc est proportionnelle au carré de la vitesse relative du fluide, sera simplement $Au(V-u)^2$. En se rappelant que nous avons fait la pesanteur spécifique de l'eau égale à un, on verra que A étant l'étendue de la surface choquée, représente le poids P de l'eau dépensée dans l'unité de temps, divisé par la vitesse V du courant. La formule précédente sera donc équivalente à celle-ci, $\frac{Pu}{V}(V-u)^2$, dans laquelle on pourra introduire immédiatement le rapport $\frac{u}{V}$ et la valeur de P rapportés dans le tableau ci-après;

pour les quantités V et u, elles se déduiront des nombres des colonnes 2 et 3 ; mais pour réduire cette formule en unités pondérales, et la comparer aux nombres de la colonne 5, qui expriment, en mesures anglaises, le poids élevé dans une minute, à la hauteur d'un pouce, il faudra la diviser par la force accélératrice de la pesanteur, qui sera ici, 32,2 pieds multipliés par $(60)^2$; dans ces nombres est comprise la mesure approchée du frottement dû au poids de la roue et de ses accessoires, que M. Sméaton a obtenue d'une manière directe ; mais la résistance de même nature qui résulte de la puissance et du poids élevé, ne s'y trouve point ; comme elle est proportionnelle à l'effet produit, cette omission, d'ailleurs peu importante, ne changera pas le rapport des résultats.

La quantité P est dépensée sous différentes pressions et par différentes ouvertures de vannes; Sméaton n'ayant point fait mention de la hauteur absolue de ces ouvertures, ni de la quantité dont les ailes trempent dans l'eau dans chaque expérience, nous ne pouvons connaître la position du centre d'impression, et nous serons obligés de prendre pour u, comme l'a fait l'auteur, la vitesse de la circonférence de la roue ; ce qui donnera des résultats un peu trop faibles pour les dernières expériences où la vanne est beaucoup plus élevée que dans les dix-sept premières. On obtiendra ainsi les résultats consignés dans la colonne 6 du tableau suivant :

Nos. des expériences.	NOMBRE de tours de la roue qui sert de mesure a la vitesse de l'eau.	RAPPORT entre la vitesse de l'eau et celle de l'extrémité du rayon.	EAU dépensée en une minute. Livres anglaises.	EFFET déduit de l'expérience. e'	EFFET déduit de la théorie. e	DIFFÉRENCE proportionnelle ou $\frac{e-e'}{e}$	HAUTEUR de la vanne.
1	88	10 : 3,4	275	1411	1282	—1/11	Il n'en est point fait mention dans les recherches de Smeaton.
2	86	10 : 3,5	264,7	1266	1161	—1/12	
3	82	10 : 3,4	245	1044	977	—1/15,6	
4	78	10 : 3,55	235	901,4	855	—1/20	
5	75	10 : 3,45	214	755,7	723	—1/56	
6	70	10 : 3,36	199	561,8	584	+1/25,5	
7	65	10 : 3,6	178,5	442,5	451	+1/52	
8	60	10 : 3,77	161	328	323	—1/65	
9	52	10 : 3,65	134	213,7	216	+1/93	
10	42	10 : 3,8	114	117	118	+1/117	
11	84	10 : 3,66	342	1505	1436	—1/23	Une fois et demie la précédente.
12	81	10 : 3,62	297	1223	1136	—1/14	
13	72	10 : 3,6	285	975	887	—1/11	
14	66	10 : 3,62	277	774	788	+1/55	
15	63	10 : 3,97	234	549	542	—1/77	
16	56	10 : 4,1	201	390	365	—1/15,6	
17	46	10 : 4,55	167,5	212	191	—1/10	
18	72	10 : 4,02	357	1210	1082	—1/9,4	Deux fois la première.
19	66	10 : 4,05	330	878	834	—1/20	
20	58	10 : 4,22	255	541	490	—1/10,6	
21	48	10 : 4,9	228	317	270	—1/7	
22	68	10 : 3,97	359	1006	974	—1/32	Deux fois et demie la première.
23	58	10 : 4,32	332	686	617	—1/10	
24	48	10 : 5,1	262	385	300	—1/4,5	
25	60	10 : 4,55	355	783	698	—1/9,2	Trois fois la première.
26	50	10 : 4,9	307	450	400	—1/9	
27	50	10 : 5,2	360	534	436	—1/5,44	Trois fois et demie la première.

On voit, à l'inspection de ce tableau, que la différence entre l'effet théorique et l'effet expérimental est en général très-petite, et que pour les vingt premières expériences, la formule est aussi exacte qu'on pouvait le désirer; si les autres présentent un plus grand écart, cela tient à ce que la vitesse du centre d'impression y diffère sensiblement de celle de la circonférence de la roue, et que, d'après les moyens employés pour mesurer la vitesse V, l'auteur a dû s'éloigner d'autant plus de la réalité, que les ailes s'enfonçaient davantage dans le courant. En effet, Sméaton obtient cette vitesse par le moyen d'un poids qui, agissant dans le même sens que le choc de l'eau pour faire tourner la roue, et qui, augmenté ou diminué successivement, donne enfin à la circonférence de cette roue un *maximum* de vitesse que l'auteur a toujours considéré comme égale à celle du courant. Mais ce procédé ne donne point une mesure absolue: car, supposons que la vitesse de l'élément inférieur de l'aile verticale soit précisément égale à celle de la lame fluide qui lui correspond; les autres ailes se présentant obliquement à la direction du courant dont tous les élémens sont supposés avoir une vitesse commune V, elles le choqueront en raison de l'excès de leur vitesse sur celle qu'il a dans le même sens, et l'expression de ce choc sera pour un élément ds, en nommant p l'angle variable formé par chaque aube avec le courant, $(V-V, \cos. p)^2 ds = V^2 (1-\cos. p)^2 ds$; il croîtra donc rapidement avec les quantités V et p, et retardera en conséquence la vi-

tesse de la roue jusqu'à ce que, par un autre choc contre l'aile verticale, l'équilibre soit établi. A cette limite, la vitesse de la circonférence et celle du courant différeront d'autant plus l'une de l'autre, que les aubes s'enfonceront davantage, ou, en d'autres termes, que la hauteur de l'ouverture de la vanne sera plus grande; circonstance qui, augmentant aussi le nombre des aubes plongées à-la-fois dans le courant, sera une nouvelle cause d'erreur dans la mesure de sa vitesse. Or, cette hauteur croît à mesure que, dans le tableau ci-contre, on descend d'une série d'expériences à la suivante; avec elle croît encore la différence entre la vitesse du centre d'impression et celle de la circonférence de la roue: aussi voit-on que les plus fortes anomalies affectent les derniers résultats, et que le rapport entre la vitesse de l'eau et celle de la roue augmente de plus en plus; il devient par-là extrêmement probable que le vrai rapport entre les vitesses se serait maintenu entre 10 : 33 et 10 : 4; c'est-à-dire, que la vitesse du centre d'impression aurait seulement varié entre le tiers et les deux cinquièmes de celle du courant, ce qui s'accorderait à-la-fois avec la théorie et les expériences de Bossut.

Mais ce qui achève de donner à cette probabilité tout le caractère de la certitude, c'est que le rapport de l'effet expérimental à la puissance motrice, c'est-à-dire, au produit de la quantité d'eau dépensée multipliée par la hauteur due à la vitesse du fluide qui frappe les aubes, ne varie qu'entre 0,32 et 0,28, et, en général, est de 0,30. Or, les rapports analogues

donnés par la formule $Au(V-u)^2$, relativement aux vitesses de la roue égales au tiers, aux deux cinquièmes et à la moitié de celle du courant, sont respectivement, en nommant p la puissance, $\frac{4}{27}\frac{AV^3}{p}$, $\frac{18}{125}\frac{AV^3}{p}$, et $\frac{AV^3}{8p}$; ou, en remplaçant V^2, par $2gh$, $\frac{8}{27}\frac{AVgh}{p}$, $\frac{36}{125}\frac{AVgh}{p}$, $\frac{1}{4}\frac{AVgh}{p}$; quantités dont les équivalentes sont : 0,33, 0,29, et 0,25, puisque AVg étant le poids de la quantité d'eau dépensée, et h la hauteur qui répond à la vitesse V, $AVgh$ représente la puissance motrice. L'égalité presque parfaite des deux premiers nombres à ceux de l'expérience, et la grande infériorité du dernier, prouvent complétement, avec ce qui précède, que dans les recherches de Sméaton sur les roues à percussion, la vitesse du centre d'impression n'a jamais surpassé les deux cinquièmes de celle du courant.

La formule que nous venons de vérifier doit être une limite supérieure, puisque le moment d'impulsion contre une aile inclinée est toujours plus petit que le moment contre la projection de cette aile sur la verticale ; ainsi tous les résultats de nos calculs devraient être au-dessus des effets trouvés par Sméaton ; cela aurait eu lieu si la vitesse V eût été mesurée exactement, et si nous eussions pu connaître celle du centre d'impression.

Tous les effets que nous avons comparés étant des *maxima*, on doit présumer que pour les

vitesses inférieures ou supérieures à celles qui répondent à ces limites, on trouvera le même accord entre l'expérience et la théorie.

Pour vérifier cette conjecture, nous examinerons une suite d'expériences du même auteur, où la vitesse du courant est constante, ainsi que la dépense du moteur; ces quantités sont les mêmes que dans la deuxième expérience de la première table. Sméaton ne cherchant alors que le nombre de tours de la roue qui donnait le *maximum* d'effet, il lui a suffi de connaître la suite des produits de ce nombre multiplié par le poids élevé, ces produits étant proportionnels aux effets absolus de la machine. Pour avoir chacun de ces derniers, on multipliera donc le produit ou effet relatif correspondant, par le rapport qui existe entre l'un et l'autre, rapport donné pour le *maximum*, et qui est ici $\frac{1266}{240} = \frac{211}{40}$. Quant aux effets théoriques, ils se calculeront comme précédemment. On trouvera ainsi les nombres rangés dans les colonnes cinq et six de la table suivante :

Nos. des expériences.	POIDS élevé.	NOMBRE de tours dans une minute.	PRODUITS.	EFFETS donnés par l'expérience. e	EFFETS donnés par la formule. e'	DIFFÉRENCE proportionnelle $\frac{e-e'}{e}$
1	4	45	180	949	916	— 1/3,6
2	5	42	210	1107	1012	— 1/11,6
3	6	36 1/4	217 1/2	1147	1118	— 1/39
4	7	35 1/4	236 1/4	1246	1146	— 1/12,4
5	8	30	240 maxim.	1266 max.	1161	— 1/12
6	9	26 1/2	238 1/2	1258	1168	— 1/14
7	10	22	220	1160	1119	— 1/28
8	11	16 1/2	181 1/2	957	1010	+ 1/16

On voit encore ici un grand rapprochement entre la théorie et l'observation. Les effets calculés et ceux que fournit l'expérience, forment une progression croissante jusqu'au n°. 5 pour les premiers, et pour les seconds, jusqu'au n°. 6; et les différences proportionnelles étant très-petites, les uns et les autres sont soumis à la même loi.

Pour donner plus de poids aux conséquences qui vont sortir de ce qui précède, j'examinerai encore quelques expériences faites par Bossut, avec une roue à aubes de 3 pieds 1 pouce 10 lignes de diamètre extérieur, tournant dans un coursier, et dont les ailes, de 5 pouces de largeur, sont sur le prolongement du rayon, et plongent d'un pouce dans le courant qui a d'abord une vitesse de 8,33 pieds puis de 10 pieds par seconde. Cette roue est placée sur un canal

incliné, et à 50 pieds du réservoir. L'arbre a une gorge cylindrique de 2 pouces de diamètre, pour recevoir une corde qui s'enveloppe autour d'elle, et qui, au moyen d'une poulie de renvoi, élève le poids qui fait équilibre à l'action du fluide. Ce savant n'ayant point évalué les frottemens et autres résistances étrangères à l'effet utile, et la vitesse du fluide ayant été mesurée avec beaucoup de soin, on ne sera point étonné que le calcul donne des résultats toujours plus élevés que ceux de l'expérience, lesquels suivront d'ailleurs, à peu de chose près, la même loi que les premiers.

Ce calcul s'effectuera en substituant dans la formule $\text{A}\,u\,(\text{V}-u)^2$, les valeurs de A et V qui sont données immédiatement, et celles de u qui se déterminent au moyen du nombre de tours de la roue, de la durée du mouvement, et de la circonférence que parcourt le centre d'impression, laquelle est de 116 pouces, ce point devant être ici à-peu-près au milieu de la hauteur de l'aube; on divisera ensuite par la force accélératrice de la pesanteur, qui, en mesures françaises, et parce que nous prenons la seconde pour unité de temps, est égale à 30 pieds, puis on multipliera par la pesanteur de l'unité de volume qui sera ici celle d'un pouce cube $= 0^{\text{liv.}},0405$. La valeur de l'effet utile de la machine se conclura de l'expérience, en multipliant le poids élevé par le nombre de tours de la roue dans une seconde, et par la circonférence décrite par le bras de levier de la résistance, circonférence qui est de 6 pouces 10 lignes. Après ces divers calculs, on obtiendra les

résultats consignés dans les colonnes cinq et six du tableau ci-dessous, et exprimant le nombre de livres élevées par la roue, dans une seconde, à un pied de hauteur.

FARDEAU élevé exprimé en livres.	DURÉE du mouvement exprimée en secondes.	VITESSE avec laquelle l'eau frappe les ailes.	NOMBRE de tours de la roue.	EFFETS donnés par l'expérience.	EFFETS théoriques.
12	60	8p., 33 par second.	33 1/4	44	46
16	60	*idem.*	28 1/2	51	62
12	48	10 p. par seconde.	34	57	66
16	48	*idem.*	31 1/4	70	76

On ne devait pas s'attendre à trouver moins de divergences entre les nombres qui se correspondent dans les deux dernières colonnes, parce qu'il nous manque la détermination du frottement, et qu'en la supposant rigoureuse, l'égalité ne pourrait être parfaite; car la formule $Au(V-u)^2$ est, comme nous l'avons fait observer plus haut, une limite dont on approchera d'autant plus, que la roue aura un plus grand nombre d'ailes, et que la hauteur de la partie plongée sera plus petite par rapport au rayon.

Ce tableau et les deux précédens nous montrent les cas où, à l'aide de cette formule, on pourra calculer approximativement l'effet d'une roue verticale placée sur un coursier, et ces cas sont fréquens dans la pratique. Mais pour ceux

qui en différeront sensiblement, il faudra avoir recours à la formule générale obtenue par Bossut, en calculant l'impulsion de l'eau contre toutes les ailes choquées à-la-fois, formule qui donnera un peu péniblement, il est vrai, des résultats exacts, lorsque les vitesses des filets qui forment le courant pourront être regardées comme égales; ou, ce qui revient au même, que l'ouverture du pertuis sera très-petite relativement à la hauteur de l'eau dans le réservoir, condition qui n'a pas toujours lieu. Je dis qu'elle sera exacte, car Bossut a trouvé que la loi générale du choc des fluides se vérifie par l'expérience, tant que l'angle formé par la direction du courant avec la surface choquée, est moindre que 60 degrés; or, cette inclinaison n'a jamais lieu pour les roues qui se meuvent dans des coursiers.

Je préviendrai ici une objection que pourrait me faire le lecteur sur le nombre adopté pour la vitesse de l'eau dans les deux premières expériences dont les résultats sont rapportés dans le tableau précédent. Bossut (voyez son *Hydrodynamique*) dit que cette vitesse est de 300 pieds en trente-trois secondes, comme dans l'article 802, ou de 9p.,09 par seconde. Mais en se reportant à cet article, on verra que l'espace de 300 pieds n'est point parcouru d'un mouvement uniforme; les 100 premiers le sont en douze secondes; or, la roue est à 50 pieds du réservoir, c'est donc au plus six secondes qu'il faut prendre pour le temps employé à parcourir les 50 premiers pieds, ce qui donnera pour la vitesse très-approchée avec laquelle le fluide frappe les ailes de la roue, 8p.,33, au

lieu de $9^{p.},09$, que l'on aurait en adoptant le rapport $\frac{100}{33}$, qui conduirait à un résultat beaucoup trop fort. Cette vitesse est produite par une pression d'un pied, et celle qui a lieu dans les deux dernières expériences est due à une hauteur double; ici le mouvement est parfaitement uniforme, et chaque centaine de pieds est parcourue en dix secondes; alors la composante de la pesanteur de l'eau parallèle au fond du canal est égale à la résistance du frottement, laquelle a pour expression $av+bv^2$. Dans l'autre cas, l'ouverture de la vanne est la même, ainsi que la largeur et l'inclinaison du coursier; mais comme la hauteur de l'eau dans le réservoir y est moitié moindre, la vitesse doit être d'abord plus petite que dans les deux dernières expériences, et par conséquent, la pesanteur relative d'une tranche perpendiculaire du fluide surpassera la résistance $av+bv^2$; ainsi, le mouvement sera accéléré jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre ces deux forces. Ces remarques justifieront pleinement l'emploi du rapport $\frac{300}{36}$, qui nous conduit à des résultats satisfaisans.

Que l'on compare maintenant la formule de Borda qui est $CAVu\,(V-u)$, avec celle de Bossut, $cAu\,(V-u)^2$; on aura, tout étant semblable, pour le rapport de la première à la seconde, $\frac{V}{V-u}$, rapport qui, lorsque $u=\frac{1}{2}V$, devient égal à 2; à $\frac{5}{3}$, quand $u=\frac{2}{5}V$; à $\frac{3}{2}$, quand $u=\frac{1}{3}V$; et qui, pour les limites $u=V$ et $u=o$, varie entre l'unité et l'infini. Ces résultats, avec ce qui précède, me dispensent de m'étendre sur la nécessité de rejeter la formule de Borda, qui

donnerait constamment des résultats beaucoup trop forts, et qui ne pourrait se corriger par un coefficient constant.

Il n'a point été question dans ces recherches, des roues verticales qui se meuvent dans un fluide indéfini. Les circonstances où elles se trouvent sont bien différentes de celles qui accompagnent ordinairement les roues placées sur des canaux étroits, puisque dans le premier cas, l'arc plongé est beaucoup plus grand que dans le second, où il n'est généralement qu'une petite partie de la circonférence: la formule $cAu(V-u)^2$, ne peut donc être d'aucune utilité pour apprécier avec justesse l'effet de ces moteurs. Cependant, elle sert à mettre en évidence une propriété bien digne d'attention, savoir: la même quantité d'eau motrice peut faire produire, les vitesses étant respectivement égales de part et d'autre, un plus grand effet à une roue placée dans un canal indéfini, qu'à celle qui se meut dans un coursier. On arrive à cette conclusion en comparant avec la formule les effets déduits des résultats obtenus par Bossut (voyez son *Hydrodynamique*, tom. II, p. 420), avec une roue dont le diamètre extérieur est de 3 pieds. Cette roue, qui n'a que vingt-quatre ailes, est frappée par un courant large de 12 à 13 pieds, profond de 7 à 8 pouces, et dans lequel les ailes plongent de 4 pouces suivant la verticale. L'effet théorique sera constamment et de beaucoup supérieur; et cependant il est déjà au-dessus de celui qui serait réellement produit dans un canal étroit, la hauteur de la partie plongée de l'aile verticale dépassant la limite à laquelle la formule est applicable.

Ceci prouve incontestablement que non-seulement l'eau qui a frappé les parties antérieures de la roue acquiert de la masse d'eau environnante une augmentation de vitesse qui lui permet d'agir encore sur les ailes postérieures, mais que chaque aube reçoit l'impulsion, à-peu-près comme si elle était seule. Par-là, on explique la nécessité de ne point porter le nombre des aubes au-delà d'un certain terme, et que l'arc plongé dans le fluide soit assez considérable.

On doit conclure des détails dans lesquels je viens d'entrer, que les recherches expérimentales de Smeaton, loin de renverser la théorie de Bossut et de Parent sur les roues qui se meuvent dans des coursiers, sont pour elle un nouvel appui;

Que dans le cas où cette théorie est applicable, la vitesse de la roue au centre de percussion n'atteint pas la moitié, et ne varie qu'entre le tiers et les deux cinquièmes de la vitesse du courant;

Que la formule de Borda donnant des résultats beaucoup trop éloignés de la vérité et qui ne peuvent être corrigés par un coefficient constant, doit être rejetée de la théorie des machines hydrauliques;

Qu'en vertu de la communication latérale du mouvement dans les fluides, l'effet d'une roue qui tourne dans un fluide indéfini peut être supérieur à celui d'une roue placée sur un coursier, l'une et l'autre étant choquées avec la même vitesse, et avec des quantités égales du moteur;

Que les roues horizontales à palettes planes et inclinées, ne recevant le choc de l'eau que sur une aile à-la-fois, et le nombre de leurs ailes

devant être assez grand pour que le moteur ne s'échappe qu'après avoir exercé son action, la théorie de ces roues doit être analogue à celle que nous venons de rétablir, et que cette théorie exposée dans tous ses détails par Bossut, doit donner des résultats conformes à l'expérience.

Je ferai observer en terminant, qu'une propriété des roues horizontales à palettes planes, celle de pouvoir produire l'effet *maximum* avec toute vitesse égale ou supérieure à celle qui se rapporterait à cette limite, si le même courant frappait une roue verticale, propriété annoncée en premier lieu par Borda qui l'avait déduite d'une théorie erronnée, est une vérité implicitement comprise dans la formule que Bossut a donnée de l'effet général de ces machines, et paraît cependant avoir échappé à ce savant célèbre, car elle est trop remarquable pour être passée sous silence.

ANALYSE

Du nickel arsenical et du nickel arseniaté d'Allemont (département de l'Isère);

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

LE nickel arsenical d'Allemont se trouve décrit dans tous les traités de minéralogie; mais je ne sache pas que jusqu'ici on en ait fait une analyse complète. Le nickel arseniaté qui l'accompagne a toujours été considéré comme étant du nickel oxidé. Je vais tâcher de suppléer aux connaissances chimiques qui nous manquent relativement à ces deux minéraux; j'indiquerai ensuite le procédé que j'ai suivi pour en extraire du nickel pur, et les expériences que j'ai faites pour déterminer la composition de quelques combinaisons de ce métal.

Le nickel arsenical d'Allemont est d'un jaune rougeâtre, s'approchant du rouge de cuivre, mais plus pâle; il a l'éclat métallique, ainsi que sa poussière; sa cassure est unie ou couverte de petites aspérités et peu éclatante; son éclat se ternit assez promptement à l'air; il est fragile, et on le réduit aisément en poudre. Sa pesanteur spécifique est de 7,29. Nickel arsenical.

Il donne l'odeur d'ail par le choc du briquet. Lorsqu'on l'expose au feu du chalumeau, il répand une fumée blanche arsenicale très-épaisse; il est très-fusible, et se liquéfie un peu au-dessus de la chaleur rouge. Chauffé pendant une heure

à la température de 150 pyrométriques, dans un creuset brasqué, il ne perd que 0,12 à 0,15 de son poids, et ne change pas d'aspect. La perte paraît être due presque entièrement à de l'arsenic.

Il se décompose par le grillage; mais on ne peut par ce moyen le convertir en oxide pur, même en y ajoutant, de temps à autre, de la poussière de charbon.

L'acide muriatique ne l'attaque pas. L'acide nitrique agit vivement sur lui; mais l'action de cet acide cesse promptement si le minéral n'est pas réduit en poudre, parce que les morceaux se recouvrent d'arseniate d'antimoine qui ne peut se dissoudre, et qui les défend du contact de l'acide.

L'eau-régale l'attaque et le dissout complétement, avec une grande facilité.

Pour en faire l'analyse : 1). On l'a concassé en petits grains dans le mortier d'agathe, on a versé dessus de l'acide nitrique pur, affaibli, et, lorsque l'action s'est ralentie, on y a ajouté, à diverses reprises, de l'acide nitrique concentré; on a fait bouillir pendant deux jours. Ayant ensuite étendu d'eau, il est resté un dépôt blanc, qu'on a bien lavé par décantation, et qu'on a calciné ensuite; il a pesé 0,276.

On a ajouté à la liqueur du sous-carbonate de soude pur, de manière à en précipiter à-peu-près le quart de l'arseniate de nickel qu'elle devait contenir. Le précipité était d'un vert pomme pâle; on l'a calciné et on l'a traité par l'acide nitrique, il s'y est dissous en totalité : on a évaporé la dissolution jusqu'à siccité à une douce chaleur, et on a repris par l'eau; tout s'est dissous; d'où on a conclu que c'était de l'arseniate

de nickel pur, l'expérience ayant appris que l'on aurait séparé par ce moyen l'arseniate d'antimoine, s'il y en avait eu.

2). On a réuni les deux dissolutions nitriques, on y a ajouté du sous-carbonate de soude pur en excès, et on a fait bouillir pendant quelques instans : le précipité bien lavé, ayant été calciné, était jaune brun, et pesait 1,030 (1).

3). On a ajouté à la liqueur filtrée un poids déterminé de tritoxide de fer pur qu'on a fait dissoudre dans l'acide muriatique pur, et on l'a de nouveau précipitée par un sous-carbonate alkalin pur. Le précipité calciné avait augmenté de 0,054 du poids du minéral employé. Cette augmentation est due à l'acide arsenique que contenait encore la liqueur, et qui s'est combiné avec le tritoxide de fer.

4). Enfin, on a sursaturé la liqueur d'acide nitrique pur, on l'a tenue pendant quelque temps en ébullition et on y a ajouté du nitrate de baryte: il s'est précipité 0,14 de sulfate de baryte qui équivalent à 0,02 de soufre.

5). L'arseniate de nickel 1) a été décomposé par la potasse au creuset d'argent, et a été trouvé composé de, à très-peu près, parties égales d'oxide de nickel et d'acide arsenique. Cette composition a été confirmée par d'autres expériences, comme on le verra plus bas.

6). Le dépôt blanc, insoluble dans l'acide nitrique 1), ayant été reconnu pour être de l'arse-

(1) Lorsqu'on calcine les filtres, l'arseniate qui adhère au papier est totalement décomposé : pour en avoir le véritable poids, il faut ajouter à celui de l'oxide, après avoir retranché le poids des cendres, la proportion d'acide arsenique décomposée, proportion que la suite de l'analyse fait connaître.

niate d'antimoine, on l'a chauffé au creuset d'argent avec quatre parties de potasse caustique ; il est devenu brun : l'eau bouillante l'a dissous presque en totalité, et n'a laissé que 0,008 d'oxide de nickel provenant d'un peu d'arseniate échappé à l'action de l'acide nitrique. On a fait bouillir la liqueur avec de l'acide nitrique ; il s'est fait un dépôt blanc qui calciné pesait 0,16. La liqueur essayée ensuite par l'hydrogène sulfuré ne se troublait pas instantanément, et ne contenait plus d'antimoine.

7). Le dépôt blanc 6) renfermait de l'oxide d'antimoine et de l'acide arsenique. On l'a fait dissoudre dans l'acide muriatique, on a rapproché doucement jusqu'à siccité, et on a repris par l'eau ; il s'est formé un dépôt abondant d'oxide d'antimoine ; on a évaporé de nouveau et repris encore le résidu par l'eau : la liqueur était un peu trouble, et a déposé une très-petite quantité d'antimoine ; après quoi elle ne s'est plus troublée par l'hydrogène sulfuré. L'oxide d'antimoine calciné a pesé 0,11 ; en le retranchant de l'arseniate, il reste 0,158 d'acide arsenique.

8). L'oxide de nickel, obtenu en décomposant l'arseniate au moyen de la potasse 5), a été dissous dans l'acide muriatique, précipité par un carbonate, et le précipité traité d'abord par l'acide oxalique, puis par l'ammoniaque en excès, pour y rechercher l'oxide de cobalt par le procédé de M. Laugier ; on en a trouvé en effet une très-petite quantité, qu'on peut évaluer à 0,002. On a reconnu aussi qu'il contenait une trace d'oxide de fer et d'oxide de manganèse.

Le nickel arsenical d'Allemont a donc donné

à l'analyse :

Protoxide de nickel.......	0,512
Protoxide de cobalt.... ..	0,002
Acide arsenique..........	0,747
Acide sulfurique.........	0,048
Sous-muriate d'antimoine...	0,110
Oxide de fer et de manganèse.	trace.
	1,419

D'après cela, il doit être composé de :

Nickel...........	0,3994	*ou*	Arseniure de nickel.	0,8855
Cobalt...........	0,0016		Arseniure de cobalt.	0,0035
Arsenic..........	0,4880		Sulfure d'antimoine.	0,1000
Antimoine........	0,0800			
Soufre...........	0,0200			
Fer et manganèse...	trace.			
	0,9890			0,9890

et l'arseniure de nickel pur doit contenir :

Nickel........	0,451
Arsenic........	0,549
	1,000

Ces nombres sont à très-peu près dans le rapport de ceux qui représentent le poids des atomes de chacun des élémens (1).

Le soufre et l'antimoine ne sont pas exactement dans le même rapport que dans le sulfure; mais la différence, peu considérable, provient sans doute d'une inexactitude d'analyse.

Reste à savoir si le sulfure d'antimoine est

(1) Le calcul atomique donnerait :

Nickel.......	0,44
Arsenic......	0,56

combiné, ou simplement mélangé à l'arseniure de nickel dans le minéral d'Allemont. Klaproth ayant trouvé dans un nickel arsenical une beaucoup plus grande quantité de soufre et d'antimoine que n'en renferme celui d'Allemont, on pourrait être porté à en conclure que ces deux substances ne s'y trouvent qu'à l'état de mélange, et sont accidentelles ; mais en considérant que le nickel arsenical d'Allemont, exposé pendant une heure à la plus haute chaleur d'une forge d'essai, n'a abandonné qu'une quantité très-petite d'antimoine et de soufre, on reconnaît que le sulfure d'antimoine est lié à l'arseniure de nickel par une très-forte affinité. On doit remarquer aussi que l'arseniure de nickel artificiel, qu'on obtient en réduisant l'arseniate par le charbon, est gris, tandis que le minéral est rougeâtre : celui-ci doit donc tirer sa couleur d'un état particulier de combinaisons (1).

Nickel arseniaté.

Le nickel arseniaté se trouve toujours à Allemont, adhérant au nickel arsenical, et paraît provenir de sa décomposition spontanée. Il est souvent mélangé de cobalt arseniaté et de l'argile cobaltique et argentifère, connue sous le nom de mine d'argent merde-d'oie. Il est tantôt compacte et d'un très-beau vert-pomme, et tantôt friable et d'un blanc verdâtre : c'est cette dernière variété que l'on a analysée.

Le nickel arseniaté prend la couleur jaune

(1) Tous les analystes disent que le speiss, produit métallurgique duquel on extrait ordinairement le nickel, renferme du bismuth, et qu'en le traitant par l'acide nitrique il se forme un dépôt blanc d'arseniate de bismuth : il se pourrait que ce dépôt fût de l'arseniate d'antimoine.

merde-d'oie par la calcination, et perd à-peu-près le quart de son poids d'eau sans répandre aucune odeur; il se dissout complétement et très-aisément dans les acides, même à froid, et sans produire aucune effervescence : la dissolution ne forme point de dépôt par la concentration, et elle ne se trouble pas instantanément par l'hydrogène sulfuré.

On l'a fondu au creuset d'argent avec une fois et demie son poids de potasse : la matière a promptement pris une couleur foncée, et peu-à-peu elle est devenue tout-à-fait noire. Cet effet est dû à ce que l'oxide de nickel, devenu libre et exposé à une température rouge, s'est suroxidé. On a délayé ensuite dans l'eau : le résidu, bien lavé et calciné, était de couleur olive, et pesait 0,387. On y a recherché le cobalt par le procédé de M. Laugier, et on en a trouvé 0,025; en outre il renfermait une trace de silice, d'alumine et d'oxide de fer.

La liqueur potassée a été soumise à diverses expériences, et on a reconnu qu'elle ne contenait que de l'acide arsenique, et pas un atome d'acide sulfurique ni d'oxide d'antimoine.

Ainsi, le nickel arseniaté d'Allemont contient :

Protoxide de nickel...	0,362	*ou*	Arseniate de nickel..	0,706
Protoxide de cobalt...	0,025		Arseniate de cobalt...	0,049
Acide arsenique.....	0,368			
Eau...............	0,255		Eau...............	0,245
Argile ferrugineuse...	trace.		Argile ferrugineuse...	trace.
	1,000			1,000

D'après cela, ce minéral contiendrait, indépendamment de l'eau et de l'arseniate de cobalt,

Oxide de nickel..........	0,512
Acide arsenique..........	0,488

Or, c'est là à-peu-près la composition du sous-arseniate artificiel, ou d'un arseniate qui serait formé de 3 atomes d'oxide et de 2 atomes d'acide, et dans lequel par conséquent l'acide contiendrait les $\frac{5}{3}$ de la quantité d'oxigène de la base; car la composition théorique d'un pareil arseniate serait de :

Oxide de nickel......	0,496
Acide arsenique......	0,504

Il est probable que la différence vient de ce que la potasse a laissé dans l'oxide une petite quantité d'acide arsenique.

Préparation du nickel.

Préparation du nickel.

Le nickel arsenical d'Allemont est disséminé dans une gangue pierreuse et argileuse : il est très-facile de le séparer de cette gangue en le pilant et le lavant : on obtient un schlich très-pur. Pour extraire de ce schlich de l'oxide de nickel pur, on peut procéder de diverses manières, et entre autres en suivant le mode décrit dans l'analyse; mais ce mode exigerait beaucoup de temps, et serait très-dispendieux. Le moyen le plus économique et le plus simple me paraît être celui-ci :

On grille le schlich, en ayant soin de chauffer peu dans le commencement, de peur de le faire fondre, et on remue continuellement; à mesure que le grillage avance on augmente la chaleur, jusqu'à rougir la matière : lorsque les vapeurs blanches arsenicales cessent de se dégager, on ajoute de la poussière de charbon : une grande partie de l'arseniate formé pendant l'opération se décompose, et les vapeurs repa-

raissent. Lorsque, par ce moyen, on a fait vaporiser autant d'arsenic qu'il est possible, on fait bouillir la matière avec de l'eau-régale jusqu'à dissolution complète; on fait évaporer la liqueur jusqu'à siccité, à une chaleur modérée, et on reprend par l'eau; il se sépare ainsi beaucoup d'arseniate d'antimoine que l'eau ne redissout pas. On ajoute à la dissolution du sous-carbonate de soude du commerce, jusqu'à ce que le précipité qui se forme commence à être coloré : on filtre alors, et on jette le précipité, qui est de l'arséniate d'antimoine mélangé d'un peu d'areniate de cobalt et d'arséniate de nickel.

La liqueur amenée à ce point contient tout le nickel, avec un peu de cobalt, et de l'acide arsenique; on y ajoute une dissolution muriatique de tritoxide de fer (1) : puis on y verse peu-à-peu du sous-carbonate de soude, jusqu'à ce qu'on s'aperçoive que le précipité qui se forme prenne une couleur rose ou verte, et on filtre. Le sous-carbonate précipite d'abord de l'arséniate de fer, qui est blanc un peu jaunâtre, et ensuite du tritoxide de fer, si la dissolution ne contient pas assez d'acide arsenique pour le saturer; on peut être assuré qu'il ne reste pas une trace de cet acide avec le nickel et le cobalt, si les dernières portions du dépôt ferrugineux ont la couleur rouge brune du tritoxide. Dans le cas où le dépôt serait entièrement blanc, il faudrait ajouter de nouveau du muriate de fer, et recommencer la précipitation partielle;

(1) On peut faire cette dissolution soit en employant du tritoxide pur, soit en se servant de sulfate calciné; mais il faut toujours faire bouillir avec de l'acide nitrique, pour éviter la présence du protoxide.

de cette manière, on se débarrasse donc complétement et très-facilement de tout l'acide arsenique et de tout l'oxide de fer qu'on a ajouté (1). Il ne reste alors que le nickel et le cobalt à séparer l'un de l'autre (2).

L'oxide de cobalt est précipité par les carbonates alkalins avant l'oxide de nickel, ainsi que l'a remarqué M. Tupputi; mais M. Laugier a observé que la séparation de ces deux oxides ne peut se faire d'une manière nette. J'ai fait la même observation que M. Laugier; mais j'ai trouvé cependant que l'on peut obtenir d'un mélange des deux métaux un précipité de carbonate de cobalt pur, un précipité mélangé de cobalt et de nickel, et une dissolution ne contenant plus que du nickel, en employant une quantité convenable de sous-carbonate et en fractionnant les précipités : aussi par ce moyen,

---

(1) S'il se trouvait du cuivre, comme cela a lieu lorsqu'on traite le speiss, il se précipiterait immédiatement après l'arseniate d'antimoine ou après le tritoxide de fer; sa présence compliquerait peu l'opération.

(2) Le tritoxide de fer est un agent très-commode pour séparer et doser l'acide arsenique dans un grand nombre de cas.

Je m'en suis servi pour la première fois, il y a deux ans, pour extraire de l'oxide de cobalt pur du minerai de Hakambo, et c'est parce qu'il m'a parfaitement réussi que je l'ai employé pour la préparation du nickel.

L'oxide de cobalt que j'ai obtenu ne contenait pas un atome d'arsenic; aussi en le réduisant il m'a donné un culot métallique qui jouissait d'un degré de ductilité qu'on n'avait pas encore reconnu au cobalt.

Le tritoxide de fer joue à-peu-près le même rôle avec l'acide phosphorique qu'avec l'acide arsenique. On peut s'en servir pour analyser la plupart des phosphates ou pour purifier des substances qui contiendraient de l'acide phosphorique.

et quoique le minerai d'Allemont ne contienne que fort peu de cobalt, j'ai pu voir le précipité rose formé par ce métal. Dès que ce précipité commence à prendre une teinte verte, on le sépare par le filtre, et on en fait un second plus abondant. On essaye alors la liqueur pour savoir si elle retient encore du cobalt, en en traitant une petite portion par le procédé de M. Laugier, et si elle est pure il ne s'agit plus que d'en achever la précipitation, en la faisant bouillir avec un sous-carbonate, et de bien laver le dépôt (1).

Le précipité mixte de cobalt et de nickel mérite d'être repris. On le délaye dans l'eau pendant qu'il est encore humide, mais après l'avoir bien lavé, et on fait passer à travers un courant de chlore en excès : il devient d'un noir très-foncé, et la liqueur est d'un beau vert ou quelquefois d'un très-beau violet; ce dernier effet a lieu lorsqu'il se trouve dans le minéral ou dans les réactifs un peu de manganèse. On fait bouillir et rapprocher cette liqueur; elle devient d'un vert pur, et il se dépose un peu de tritoxide de manganèse mêlé, à ce qu'il paraît, de cobalt et de nickel. On a ainsi du muriate de nickel parfaitement pur, et ne contenant pas un atome de cobalt.

On redissout le résidu noir, qui est un mélange de peroxide de cobalt et de peroxide de nickel, on précipite par un sous-carbonate, et on traite de nouveau le précipité par le chlore (2). Alors

(1) Quelquefois la liqueur contient un peu de manganèse. Pour avoir du nickel pur, il convient alors de faire la précipitation à froid; la dissolution retient un peu de ce métal avec le manganèse, mais la quantité en est très-peu considérable.

(2) On pourrait probablement séparer tout d'un coup la

le cobalt se trouve très-concentré dans le résidu; si ce résidu en vaut la peine, on peut le traiter comme la première dissolution du minéral (1).

On a préparé divers sels avec de l'oxide de nickel purifié comme il vient d'être dit, et on a examiné entre autres l'arseniate, le sulfate et le carbonate.

Arseniate de nickel. L'arseniate de nickel précipité d'une dissolution acide est gélatineux et très-volumineux; desséché à l'air, il est pulvérulent et d'un beau vert clair tirant sur le jaune; calciné, s'il est en masses, il est brun jaunâtre; réduit en poudre, il est d'un jaune blond sale. Il se dissout très-bien dans les acides nitrique, muriatique, sul-

presque totalité du nickel à l'état de pureté, en ajoutant aux carbonates de nickel et de cobalt une quantité telle de carbonate de manganèse (récemment précipité et humide), qu'il puisse se former assez d'acide muriatique pour dissoudre la plus grande partie du nickel. On calculerait aisément la quantité de carbonate de manganèse à ajouter, si l'on connaissait la proportion dans laquelle se trouvent, dans la substance à traiter, les oxides de nickel et de cobalt. Le chlore suroxide le manganèse avant le nickel et avant le cobalt.

(1) Si le nickel et le cobalt se trouvaient mêlés en proportion convenable, ils seraient séparés complétement l'un de l'autre par le chlore; il pourrait donc être avantageux de préparer en même temps ces deux métaux, qui serviraient mutuellement d'agent de purification.

Le peroxide de nickel, bouilli avec les sels neutres de cobalt, décompose ces sels au moins en grande partie, et le cobalt se dépose en se suroxidant, tandis que le nickel le remplace dans la dissolution.

Lorsqu'on traite un mélange de peroxides de nickel et de cobalt par une quantité insuffisante d'acide muriatique pour dissoudre tout le nickel, la dissolution ne contient pas un atome de cobalt. Si on emploie davantage d'acide, on peut obtenir en résidu du peroxide de cobalt exempt de nickel. Je viens d'employer ce moyen avec succès pour purifier l'oxide de nickel.

furique; mais il ne se dissout dans l'acide acétique que lorsqu'il est récemment précipité, et encore faut-il une très-grande quantité de cet acide.

On a dissous 1g.,96 d'oxide de nickel dans l'acide muriatique; on a ajouté à la dissolution 3g. d'acide arsenique pur dissous dans l'eau, puis on a précipité par un sous-carbonate sans excès, filtré et fait bouillir la liqueur, pour en séparer le peu d'arseniate qu'elle retenait en dissolution à la faveur de l'acide carbonique. On a obtenu 3g.,91 d'arseniate calciné, en tenant compte du poids des filtres. On a versé ensuite dans la liqueur une dissolution de 1g. de tritoxide de fer, et on a précipité par un sous-carbonate; on a eu 1g.,97 d'arseniate de fer avec excès d'oxide, contenant par conséquent 0,97 d'acide arsenique. Il y a eu dans l'opération 0g.,08 de perte; néanmoins on doit en conclure que l'arseniate de nickel est composé, à très-peu près, de parties égales d'acide et d'oxide; ce résultat a d'ailleurs été vérifié de diverses autres manières.

D'après la composition connue du protoxide de nickel et de l'acide arsenique, il est aisé de voir que l'arseniate de nickel, précipité de ses dissolutions acides par les carbonates, est un sous-sel qui renferme une fois et demie autant de base que les arseniates neutres, et dans lequel la quantité d'oxigène de la base est à la quantité d'oxigène de l'acide comme 3 est à 5 (1).

(1) On s'est assuré qu'il en est de même des arseniates de cobalt, de cuivre et de tritoxide de fer, obtenus de la même manière. L'arseniate de chaux précipité de ses dissolutions acides par un grand excès d'ammoniaque, est dans un cas différent.

Arseniure. 10g d'arseniate de nickel pur et calciné ont été chauffés dans un creuset brasqué, comme un essai de fer : ils ont donné un culot d'arseniure bien fondu et du poids de 6gr,15. Il était d'un gris blanc sans aucune nuance de rouge, cassant, à cassure grenue presque unie, avec quelques indices de structure lamelleuse; il renfermait à son centre une cavité remplie d'aiguilles brillantes; il n'était pas du tout magnétique. D'après la composition de l'arseniate, il devait être composé de :

Nickel..........	0,627
Arsenic.........	0,373

Et il a dû se volatiliser 1gr,045 d'arsenic, près du tiers de ce qu'en contenait l'arseniate.

Cet arseniure contient à-peu-près moitié moins d'arsenic que l'arseniure natif, et par conséquent un atome d'arsenic et deux atomes de nickel.

Sulfate de nickel. On a dissous du carbonate de nickel dans de l'acide sulfurique pur, on a évaporé à siccité et calciné jusqu'au rouge naissant dans un creuset de platine. Le sulfate calciné était d'un beau jaune paille, il s'est assez facilement dissous dans l'eau qu'il a colorée en un beau vert émeraude; la liqueur rougissait le papier bleu; par le refroidissement, elle a cristallisé très-aisément; les cristaux étaient des prismes obliques très-allongés, à bases rhombes, et changés en prismes hexaèdres par une facette sur chaque angle obtus; ils étaient d'un transparent parfait et d'une couleur d'émeraude magnifique. Par leur exposition à l'air et à la lumière solaire, ils se sont effleuris peu-à-peu et sont devenus opaques sans perdre leur forme.

On a trouvé le sulfate calciné composé de :

Protoxide de nickel . . .	0,478
Acide sulfurique.	0,522

Cette composition est à très-peu près celle qu'on trouverait par le calcul pour le sulfate neutre, en admettant, avec Rothof, 0,2139 d'oxigène dans le protoxide de nickel.

Sulfure. 10g. de sulfate de nickel réduits dans un creuset brasqué, à la température d'un essai de fer, ont donné un culot de sulfure parfaitement fondu, d'un gris blanc avec une nuance de jaune, cassant, à cassure lamelleuse dans un sens et grenue dans un autre, très-fortement magnétique. Ce sulfure pesait 4,38, et devait contenir environ :

Nickel.	0,863
Soufre.	0,137

Il a dû se volatiliser dans l'opération les deux tiers du soufre contenu dans le sulfate. Le sulfure produit en renferme donc un peu plus d'un atome pour deux atomes de nickel.

Carbonates de nickel. Les précipités qui se forment lorsqu'on verse dans une dissolution de nickel un carbonate alkalin saturé ou un sous-carbonate, sont différens l'un de l'autre, et ne sont pas non plus de même nature que le carbonate anhydre analogue aux carbonates de fer, de manganèse, etc., qu'on trouve dans la nature.

Le précipité par un carbonate saturé est d'un vert très-pâle, ou plutôt d'un blanc verdâtre. Lorsqu'il a été desséché au soleil, il est pulvérulent et très-léger; on l'a trouvé composé de :

Protoxide de nickel . . .	0,483
Acide carbonique.	0,210
Eau.	0,307
	1,000

Il paraît contenir un atome et demi d'acide pour un atome de base.

Le précipité par un sous-carbonate est d'un très-beau vert pomme tirant un peu sur le jaune, et il conserve cette couleur lorsqu'il a été desséché au soleil; pour peu qu'il contienne de cobalt, sa teinte est sensiblement altérée, et elle passe au violet grisâtre sale. Il est composé de :

Protoxide de nickel . . .	0,475
Acide carbonique.	0,140
Eau.	0,385
	1,000

Il paraît contenir un atome d'acide pour un atome d'oxide; c'est-à-dire moitié moins que n'en renfermait le carbonate anhydre dont nous avons parlé (1).

Les carbonates de nickel se décomposent aisément par la chaleur. Lorsqu'on les calcine au rouge sombre avec le contact de l'air, ils deviennent d'un beau noir, parce que le nickel passe à l'état de peroxide; mais quand on les chauffe fortement, ils laissent du protoxide pur de couleur olivâtre.

(1) Les carbonates alkalins produisent, dans les dissolutions de manganèse, de zinc et de cobalt, des précipités analogues par leur composition aux carbonates de nickel.

ANALYSE

De deux minéraux zincifères des États-Unis d'Amérique;

Par M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

Ces deux minéraux se trouvent ensemble et sont fort abondans. Ils constituent la partie principale d'un banc métallifère très-épais et fort étendu qui est enclavé dans un terrain de grauwacke, dans le New-Jersey. On les rencontre principalement à Franklin, à Sparte, à Stirling, à Rutgers, et à Sussex; ils sont accompagnés de chaux carbonatée laminaire blanche, de quarz, d'un grenat particulier jaune verdâtre, et de quelques autres substances. L'un de ces minéraux est rouge orangé, l'autre est noir métalloïde. Nous les examinerons successivement.

1°. *Zinc oxidé manganésifère.*

C'est à Bruce que nous devons la connaissance du minéral rouge (1). Il en a publié en 1814

(1) M. Maclure avait déjà remis en 1811 du minerai de New-Jersey à M. Vauquelin, qui en a retiré:

Fer oxidé au minimum.........	0,45
Zinc oxidé, environ..........	0,50
Et manganèse oxidé au minimum...	0,05

Mais il paraît que cette analyse n'est que le résultat d'un simple essai fait sur le minerai mélangé.

une description et une analyse dans le *Journal américain* (vol. Ier., pag. 96). Il l'a trouvé composé de :

Oxide de zinc.	0,92
Oxide de manganèse et de fer. .	0,08

On l'a nommé, d'après sa composition, *zinc oxidé manganésifère.* J'ai soumis ce minéral à beaucoup d'expériences, et j'en ai répété l'analyse de plusieurs manières : je n'y ai trouvé, comme Bruce, que de l'oxide de zinc et de l'oxide de manganèse, mais dans des proportions un peu différentes des siennes, ainsi qu'on le verra plus bas.

Zinc oxidé manganésifère.

Le *zinc oxidé manganésifère* est d'un rouge orangé approchant du rouge de sang. Il est en grains amorphes irrégulièrement disséminés dans la masse minérale : sa cassure est éclatante, lamelleuse dans un sens et légèrement conchoïde dans un autre; les éclats minces sont transparens : il est facilement rayé par l'acier, fragile ; il se laisse aisément réduire en poudre : sa poussière est d'un beau rouge orangé. Lorsqu'il reste long-temps exposé à l'air, il se recouvre d'une croûte blanche nacrée qui paraît être composée de carbonate de zinc et de carbonate de manganèse. Sa pesanteur spécifique est, selon Bruce, de 6,22.

Au chalumeau ordinaire, il est infusible sans addition ; avec le borax, il donne un verre translucide jaunâtre. A la flamme du chalumeau alimenté par le gaz oxigène et hydrogène, il se volatilise en répandant une lumière blanche éclatante. Il ne perd rien par la calcination : pendant qu'il est chaud, il paraît brun ; mais il

reprend peu-à-peu sa couleur primitive à mesure qu'il se refroidit.

Il se dissout facilement à froid dans les acides minéraux, et même dans l'acide acétique. Pendant la dissolution, il se produit de la chaleur, mais sans effervescence, et la liqueur est incolore. Cependant, avec l'acide muriatique, il se forme d'abord une dissolution d'un rouge brun, qui perd peu-à-peu sa couleur sans dégagement apparent d'aucun gaz : il est probable qu'il se dégage réellement, mais très-lentement, un peu de chlore.

L'oxide de zinc et l'oxide de manganèse paraissent avoir une grande tendance à se combiner ensemble, et il est difficile de les séparer complétement l'un de l'autre. J'ai employé, pour atteindre ce but, six procédés dont je vais faire connaître les résultats.

1°. J'ai répété le procédé de Bruce, qui consiste à verser, dans une dissolution nitrique des deux oxides, de l'acide oxalique tant qu'il se forme un précipité, à laver ce précipité et à le calciner; puis à évaporer la liqueur à siccité, et calciner le résidu. Bruce a considéré le précipité calciné comme de l'oxide de zinc pur; mais j'ai reconnu qu'il retient toujours une quantité très-notable de manganèse, et que c'est à cause de cela qu'il est d'un jaune sale plus ou moins foncé, couleur que Bruce a remarquée sans en chercher la cause. Quant à l'oxide de manganèse, il est à très-peu près pur, et ne contient que le fer qui peut se trouver accidentellement avec le minéral, si le triage n'a pas été fait avec un grand soin. Bruce n'a donc pu obtenir, par ce

procédé, qu'une quantité de manganèse inférieure à celle qui existe réellement dans le *zinc oxidé manganésifère*.

2°. J'ai précipité les deux oxides de leur dissolution par un sous-carbonate alkalin, ayant soin de faire bouillir pour que la liqueur ne puisse en retenir; j'ai calciné le précipité avec le contact de l'air, afin que le manganèse puisse se suroxider, et je l'ai traité ensuite, dans une première expérience, par l'acide nitrique, et, dans une autre, par l'acide acétique; j'ai fait évaporer doucement jusqu'à siccité, et j'ai repris par l'eau. Il est resté de l'oxide de manganèse parfaitement pur, mais la dissolution qui contenait le zinc renfermait aussi une quantité très-notable de manganèse, et en précipitant cette dissolution par un carbonate alkalin, le précipité calciné était d'un jaune sale plus ou moins foncé. En traitant de nouveau ce précipité par l'acide acétique, on pourrait en séparer un peu d'oxide de manganèse, mais la plus grande partie resterait toujours avec l'oxide de zinc.

3°. J'ai précipité les deux oxides par la potasse caustique en excès, que j'ai laissé digérer sur le dépôt pendant quelque temps, puis j'ai filtré. La liqueur ne contenait que de l'oxide de zinc; mais le résidu retenait encore une grande quantité de cet oxide, et il a fallu le redissoudre, le précipiter de nouveau par la potasse, et réitérer plusieurs fois la même opération, pour parvenir à une séparation complète.

4°. J'ai précipité la dissolution du minéral par un sous-carbonate alkalin, et j'ai passé à travers

le précipité délayé dans l'eau un courant de chlore en excès; j'ai obtenu une liqueur violette et un résidu noir. La liqueur ayant été évaporée à l'air s'est décolorée et a déposé de l'oxide de manganèse pur. Le résidu noir, après avoir été traité par l'acide acétique, ne consistait plus qu'en oxide de manganèse. Les deux liqueurs renfermant le zinc ont été précipitées par un sous-carbonate. Le précipité calciné avait une légère teinte jaune, et on a reconnu qu'il retenait environ un demi-centième de son poids d'oxide de manganèse. Il est probable qu'en délayant avec grand soin le précipité de zinc et de manganèse et en l'agitant long-temps avec le chlore, aucune particule de carbonate de manganèse n'échapperait à l'action de cet agent, et que les deux métaux seraient exactement séparés.

5°. M. Berzélius a bien voulu me communiquer le moyen suivant, qui m'a parfaitement réussi. J'ai précipité par un carbonate alkalin, j'ai lavé le précipité par décantation, et je l'ai fait digérer encore humide, avec de l'ammoniaque, pendant quelque temps : il a promptement bruni, et la liqueur filtrée a donné, par l'ébullition, un dépôt blanc, qui calciné était aussi parfaitement blanc : c'était de l'oxide de zinc pur; mais j'ai remarqué que le dépôt insoluble dans l'ammoniaque retenait presque toujours de l'oxide de zinc, quelquefois en assez grande quantité. Pour le lui enlever en totalité, on peut le redissoudre et réitérer la même opération; mais il vaut mieux le calciner, et le traiter par l'acide acétique qui en sépare la

plus grande partie du manganèse, et ne soumettre à l'action de l'ammoniaque que le dépôt formé dans la liqueur acétique par un carbonate alkalin. De cette manière, on sépare complétement et avec la plus grande exactitude les deux oxides.

6°. Enfin, j'ai pensé que le zinc étant très-volatil et son oxide facilement réductible, on le séparerait aisément de l'oxide de manganèse par la voie sèche. C'est effectivement ce qui est arrivé. On a mêlé les oxides avec un poids déterminé de poussière de charbon, on a placé le mélange dans un têt étroit, un peu creux, qu'on a recouvert d'un têt plus grand, percé de quelques petits trous à la partie supérieure, et on a fait chauffer au rouge blanc : il s'est dégagé une fumée blanche abondante. Dès qu'on a été assuré que ce dégagement avait cessé, on a découvert le têt, et on a fait griller la matière qu'il contenait pour brûler le charbon non consommé : on a pesé le résidu qui était brun, et, pour avoir la proportion exacte de l'oxide de manganèse, on en a retranché le poids des cendres que le charbon avait dû laisser, poids que l'on avait déterminé à l'avance par l'expérience. On a examiné l'oxide de manganèse, et on a trouvé qu'il ne contenait pas la plus petite quantité de zinc.

Toutes ces expériences s'accordent à très-peu près à donner pour résultat de l'analyse du zinc oxidé manganésifère :

Oxide de zinc.	0,88
Oxide rouge de manganèse. . . .	0,12
	1,00

Il est difficile de dire à quel degré d'oxidation le manganèse se trouve dans ce minéral. La couleur de celui-ci, et les phénomènes qu'il présente avec l'acide muriatique, portent à croire qu'il y est au moins à l'état de deutoxide.

Pour m'assurer que l'union, si difficile à se détruire, de l'oxide de zinc et de l'oxide de manganèse, ne tenait point à l'intervention de quelques substances que je n'aurais pu découvrir, j'ai fait dissoudre de l'oxide de zinc pur avec un dixième de son poids d'oxide de manganèse également pur, et j'ai traité la dissolution par le procédé décrit sous le n°. 2. J'ai obtenu, comme avec le minéral d'Amérique, une dissolution acétique dans laquelle il s'est formé, par les carbonates alkalins, un précipité qui, calciné, était d'un jaune sale, et contenait du manganèse.

2°. *Minéral zincifère noir. Francklinite.*

Ce minéral est composé d'oxide de fer, d'oxide de manganèse et d'oxide de zinc. L'association de ces trois oxides n'a pas encore été observée, et il y a tout lieu de croire qu'elle constitue une véritable espèce; mais quand même il serait reconnu par la suite que ces oxides ne sont qu'à l'état de mélange, ce qui est peu probable, ce mélange serait trop remarquable pour qu'il ne fût pas toujours nécessaire de le désigner par un nom. Comme dans tous les cas la nomenclature chimique ne peut pas actuellement fournir ce nom, je propose de lui donner celui de *Francklinite*, dérivé de *Francklin*, pour rappeler qu'on l'a trouvé pour la première fois dans un lieu auquel les Américains ont consacré le nom d'un Franklinite.

grand homme dont la mémoire est vénérée, en Europe comme dans le Nouveau-Monde, par tous les amis des sciences et de l'humanité.

Ce minéral a beaucoup de rapports, par son aspect, avec le fer oxidulé. Il est d'un noir métalloïde, magnétique, mais non magnétipolaire : il se trouve en grains ou en masses amorphes qui présentent quelquefois des faces cristallines, mais petites, peu nombreuses, et qui ne suffisent point pour qu'on puisse déterminer la forme géométrique à laquelle elles appartiennent : sa cassure est ou inégale, ou conchoïde, ou imparfaitement lamelleuse : il n'est pas très-dur : sa poussière est d'un rouge brun foncé, ce qui le distingue du fer oxidulé, dont la poussière est noire. Sa pesanteur spécifique à été trouvée de 4,87. Il est peu attaquable par l'acide muriatique à froid; aussi, au moyen de cet acide, peut-on le séparer de la chaux carbonatée et du *zinc oxidé manganésifère*, avec lesquels il est presque toujours mélangé, et l'obtenir parfaitement pur. Il se dissout très-aisément dans l'acide muriatique, à l'aide de la chaleur; il ne se produit aucune effervescence, mais il se développe une très-légère odeur de chlore.

Pour en faire l'analyse, on l'a dissous dans l'acide muriatique, on a précipité la dissolution par un carbonate alkalin, on a traité le précipité humide par l'acide acétique en excès, on a fait évaporer jusqu'à siccité à une douce chaleur, et on a repris par l'eau les acétates de zinc et de manganèse : le résidu calciné a été reconnu pour être du tritoxide de fer pur. Quant au zinc et au manganèse, on les a séparés

l'un de l'autre par les procédés indiqués plus haut.

On a trouvé dans un échantillon venant de Francklin :

Peroxide de fer.	0,66
Oxide rouge de manganèse.	0,16
Oxide de zinc	0,17
	0,99

Le francklinite agissant sur le barreau aimanté, ne peut renfermer le fer à l'état de peroxide; il y a lieu de croire que ce métal y est oxidé au second degré. Quant au manganèse, on reconnaît qu'il s'y trouve au moins à l'état de deutoxide, si l'on considère que le minéral a une poussière brune, qu'il donne l'odeur de chlore avec l'acide muriatique, et que sa dissolution dans cet acide contient le fer en totalité oxidé au maximum. Il est évident que pendant la dissolution les deux oxides réagissent l'un sur l'autre, et que l'oxide de fer passe au maximum en enlevant de l'oxigène à l'oxide de manganèse, qui est au contraire ramené au minimum.

Pour vérifier le résultat de l'analyse humide, j'ai fait les expériences qui suivent :

10g. de francklinite ont été chauffés dans un creuset brasqué, sans addition, à la température d'un essai de fer. On a obtenu un culot métallique auquel adhérait une très-légère scorie verdâtre; le tout pesait 5g.,65: ce culot était gris de fer, dur, mais susceptible d'être mordu par la lime et de prendre un très-beau poli; il s'aplatissait sous le marteau et se rompait difficilement; sa cassure était grise et grenue, à grains crochus ou cristallins; on l'a analysé et on a reconnu que c'était un alliage de fer et de manga-

pèse, et qu'il ne contenait pas un atome de zinc; la perte dans l'essai, de 4,35, représente donc l'oxide de zinc et l'oxigène combiné dans le minéral avec le fer et avec le manganèse.

On a chauffé à la même température, dans un creuset brasqué,

	10g·	de francklinite.
	4	de silice.
	1,50	d'alumine et
	1,40	de chaux.
Total....	16,90	On en a eu en culot total
Pesant....	12,77	
Perte.....	4,13	

due à l'oxide de zinc volatilisé et à l'oxigène du fer, etc.

La fusion a été parfaite; le culot métallique pesait 4g.6 : il s'aplatissait un peu sous le marteau; et sa cassure était grenue et truitée. La scorie était compacte, vitreuse, transparente et verte;

Elle pesait.	8,17
En en retranchant. . . .	6,90
Il reste	1,27

qui représente le protoxide de manganèse qu'elle contenait. Les 4g.,6 de fonte correspondent à-peu-près exactement avec les 0,66 de peroxide de fer trouvés par l'analyse : le culot devait renfermer uu peu de manganèse en alliage.

On voit encore par-là que l'alliage obtenu dans le premier essai devait être à-peu-près composé de :

Fer.	4,60	au plus	0,814
Manganèse. .	1,05	au moins	0,186
	5,65		1,000

Enfin on a fondu au creuset brasqué un mélange de péroxide de fer, d'oxide rouge de manganèse et d'oxide de zinc, dans la même proportion que dans le francklinite, et on a obtenu un culot absolument semblable à celui du premier essai. On voit, par ce que nous venons de dire, qu'on peut faire l'analyse du franklinite par la voie sèche comme par la voie humide. Les résultats de la voie sèche portent à croire qu'il y a eu une perte sur le zinc dans les opérations de l'analyse par la voie humide.

On pourrait tirer un parti très-avantageux des minerais de New-Jersey de plusieurs manières. En rangeant d'une part les morceaux dans lesquels le minéral rouge serait la matière dominante, et de l'autre ceux dans lesquels le francklinite serait la partie la plus abondante, on pourrait employer les premiers comme minerais de zinc, et en extraire ce métal en les distillant avec du charbon, ou en faire du laiton en les fondant avec du cuivre et du charbon. Si l'on se bornait à en extraire le zinc, le résidu pourrait ensuite être fondu avec avantage au haut-fourneau pour en obtenir de la fonte, ou au moins il pourrait être mélangé avec les minerais riches en francklinite pour le même usage. Comme ces minerais renferment une quantité considérable de manganèse, et que leur gangue principale est la chaux carbonatée et le grenat, il est probable qu'on pourrait les traiter au haut-fourneau, sans addition, et qu'ils seraient très-fusibles. On en obtiendrait de la fonte d'excellente qualité, et vraisemblablement éminemment propre à produire de l'acier naturel comme celle qui provient des minerais de fer spathique. Il se dépo-

serait dans la cheminée des hauts-fourneaux une quantité considérable d'oxide de zinc, comme cela a lieu dans la Belgique où cette substance est connue sous le nom de *cadmie des fourneaux* ou *kiess*; c'est la matière la plus riche et la meilleure dont on puisse faire usage pour préparer le zinc et le laiton. Il serait possible que l'abondance du *kiess* dérangeât un peu la marche des hauts-fourneaux, et contraignît à adopter quelques dispositions particulières pour qu'on puisse l'extraire avec facilité; mais la valeur de cette matière indemniserait de la gêne qu'elle occasionnerait.

Enfin, avec le francklinite pur, qu'il serait très-facile de se procurer, soit par le triage, soit par le lavage, on pourrait essayer de préparer en grand l'alliage de fer et de manganèse que j'ai obtenu en petit, et voir s'il ne serait pas plus propre que la fonte ordinaire à plusieurs usages.

NOTICE

Sur la mine de sel gemme qui a été récemment découverte à Vic (départ. de la Meurthe);

PAR M. LOUIS CORDIER, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines (1).

LE 20 avril 1818, M. le directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines a donné son approbation à un projet de sondage qui lui a été soumis par une compagnie, composée de M. le lieutenant-général Thiébeault, M. Thonellier, ancien payeur-général des armées, et MM. Goupy et Balbedat, banquiers. Le but annoncé par la compagnie était de rechercher s'il n'existait point de mine de houille aux environs de Vic.

Un premier coup de sonde, commencé le 7 juillet suivant, ayant été infructueux quoique poussé à 37 mètres (112 pieds), il en fut commencé un second dans une position que l'on croyait plus favorable, c'est-à-dire, dans le fond de la vallée de la Seille, à environ 1 kilomètre de la ville de Vic. Ce travail, conduit avec persévérance, n'a rencontré aucun indice de houille; mais le 15 mai 1819 on est tombé sur du sel gemme, à la profondeur de 65 mètres. Le sondage a été continué avec activité; au 30 sep-

(1) Une partie des renseignemens contenus dans cette notice, ont été extraits d'un rapport fait le 17 juillet dernier, par M. de Gargan, ingénieur ordinaire des mines, en résidence dans les départemens de la Moselle et de la Meurthe.

tembre dernier, on était descendu à 97 mètres, et on avait traversé cinq bancs de sel gemme, ayant ensemble une épaisseur de 26m.,66, et qui n'étaient séparés que par des couches d'argile et de gypse de 12 à 15 décimètres. Depuis la fin de septembre on a encore approfondi le percement de quelques mètres, et après avoir constaté l'existence d'une sixième couche, on a cessé les travaux sur ce point. La profondeur totale du coup de sonde a été de 104 mètres (320 pieds), dont un tiers environ dans le sel gemme.

Les couches terreuses et pierreuses (grès rougeâtres micacés, argiles entrecoupées de calcaire gris, de marne et de chaux sulfatée), qui avaient été traversées avant d'arriver au terrain salifère, s'étendant horizontalement à une grande distance en tous sens, la continuité des bancs de sel gemme pouvait se présumer; mais la compagnie, sur les observations de l'ingénieur des mines, a jugé convenable de s'assurer de cette continuité au moyen de deux autres coups de sonde formant avec le premier les angles d'un triangle dont la surface est d'environ ½ kilomètre carré. L'un de ces coups de sonde avait, le 13 septembre dernier, atteint le sel gemme à 73m.,5 de profondeur. Le premier banc de sel ayant été percé et parfaitement reconnu, on a pensé qu'il était inutile d'aller au-delà.

Le troisième coup de sonde n'était point encore arrivé au sel gemme le 30 novembre dernier; mais d'après les probabilités de l'art des mines, son résultat ne peut être douteux.

Le directeur du sondage, M. Dransy, est parvenu, au moyen d'un outil fort ingénieux de son invention (c'est un cylindre creux dont l'extré-

mité est terminée par des dents de scie), à retirer, à volonté, des morceaux de sel gemme de plusieurs centimètres cubes, et offrant par conséquent un volume bien suffisant pour que l'on puisse juger de la qualité de la substance. Il résulte, soit de l'examen des échantillons qui ont été envoyés par la compagnie à la Direction générale, soit des procès-verbaux dressés par l'ingénieur des mines, que le sel des bancs qui ont été traversés est communément en très-gros grains cristallins, demi-transparens, sans couleur, et qui, par la trituration, fournissent un sel très-pur et analogue aux sels marchands qui proviennent des mines d'Espagne et de Pologne. On voit aussi, parmi les échantillons, des fragmens qui contiennent des nuages grisâtres ou des mouches rougeâtres, occasionnés par la présence d'une très-petite quantité de gypse ou d'argile; mais ces accidens sont ordinaires dans les mines qui fournissent les plus beaux sels, et on y a égard lorsqu'il s'agit de diriger l'abattage et d'opérer le triage des masses susceptibles d'être égrugées et livrées au commerce.

M. le directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines a fait faire dans le laboratoire de l'École royale des Mines, l'analyse du sel gemme de Vic, comparativement à celle du sel marchand des salines de la Meurthe. M. l'ingénieur Berthier a trouvé que sur 10,000 parties (en poids), le sel des salines contient, savoir :

Muriate de soude.	9,745
Sulfate de magnésie.	230
Sulfate de chaux.	25
	10,000

c'est-à-dire qu'il renferme près de $\frac{1}{38}$ de parties étrangères.

Le sel gemme, au contraire, a été trouvé parfaitement pur; il n'a présenté qu'une trace de sulfate de chaux qui provient évidemment d'un mélange accidentel : ainsi, la qualité des échantillons analysés est supérieure à celle du sel des salines.

Il est à remarquer que les sondages ont été exécutés au milieu d'une contrée qui, sur une longueur de plus de 7 myriamètres (15 lieues), prise de Rosières à Sarralbe, offre un grand nombre de sources salées, en général fort riches, et dont les plus importantes ont déterminé, à des époques diverses, la fondation des salines de Dieuze, de Marsal, de Vic, de Moyenvic et de Château-Salins.

D'après des analogies qui sont uniquement fondées sur l'expérience, on peut supposer que le sel gemme de Vic reviendrait, tout extrait et tout égrugé, à moins de 1 franc le quintal métrique. Si on admet, d'après M. l'ingénieur Gargan, que la fabrication du sel des salines revient à 6 francs, et si l'on considère que le débit moyen des salines de la Meurthe est de 415,000 quintaux métriques, on trouve qu'en substituant l'exploitation de la mine à celle des sources, on obtiendrait un bénéfice annuel de plus de deux millions de francs.

EXTRAIT

D'un article de M. André Del Rio, *sur la découverte du chrome dans le plomb brun de Zimapan* (1);

PAR M. LOUIS CORDIER, inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.

COLLET DESCOSTILS, dans les *Annales de Chimie de Paris*, de mars 1805, a annoncé, comme une chose nouvelle, que le plomb brun de Zimapan était un chromate de plomb. Il n'a cité, des travaux de M. Del Rio sur cette substance, qu'un premier mémoire rédigé en 1802, et dans lequel ce savant avait exprimé l'opinion que le plomb brun n'était point un phosphate comme on l'avait cru jusqu'alors, mais qu'il contenait un métal qui n'était ni l'urane, ni le chrome. Cependant, plus d'un an avant l'analyse de Descostils, M. Del Rio était revenu de cette opinion. Voici en effet comment il s'exprime dans

(1) L'article dont nous donnons l'extrait se trouve imprimé dans la feuille du *Journal de Mexico*, du 11 septembre 1811. Cette feuille nous a été récemment remise, avec prière d'en faire mention, par M. Alaman, habile minéralogiste mexicain. Nous nous empressons de publier la réclamation qu'elle contient, tout ancienne qu'elle est, pour donner à M. Del Rio une preuve de la considération que nous avons pour ses travaux; mais nous ajouterons que la loyauté de Descostils était bien connue, et que s'il n'a point cité les résultats que M. Del Rio avait publiés sur le plomb brun, en 1804, c'est très-vraisemblablement parce que les ouvrages qui les renferment n'étaient point encore parvenus à Paris en 1805.

(*Note du Rédacteur.*)

le n°. 19 des *Annales des Sciences naturelles de Madrid*, février 1804 : « J'ai retiré de ce » plomb 14,8 pour 100 d'un métal nouveau, » que j'avais d'abord nommé *Panchrome*, à » raison de la variété des couleurs que pré- » sentent ses oxides et ses précipités, et qu'en- » suite j'avais appelé *Éritrone* parce que j'avais » observé qu'il formait avec les alkalis et les » terres des sels qui devenaient rouges, soit par » le feu, soit par les acides. Mais ayant lu dans » Fourcroy que les chromates donnent égale- » ment des sels jaunes ou rouges par l'évapora- » tion, je crois maintenant que le plomb brun » est un chromate de plomb avec excès de base » à l'état d'oxide jaune. » Dans le commencement de la même année 1804, M. Del Rio s'était exprimé d'une manière encore plus positive en rapportant un extrait de son analyse du plomb brun, dans sa traduction des *Tables minéralogiques de Karsten*. Il dit en effet que cette substance est composée de 80,72 d'oxide jaune de plomb, de 14,80 de chrome, et d'une très-petite quantité de principes accidentels, qui sont : l'arsenic, le fer oxidé et l'acide muriatique.

Il est à remarquer du reste, que dans sa réclamation, M. Del Rio insiste toujours sur la présence de l'arsenic, assurant que la quantité de ce métal s'élève quelquefois à 2 pour 100 et qu'elle est très-perceptible, soit au moyen de la distillation, soit par la seule action du chalumeau.

OBSERVATIONS

Sur la masse de fer trouvée à Achen (Aix-la-Chapelle), *décrite par* Loeber *comme fer météorique, et citée dans le* n°. 186 *du* Journal des Mines;

PAR J.-F. CLERE,
Ingénieur au Corps royal des Mines.

En 1762, M. le conseiller aulique, docteur Loeber, observa, à Aix-la-Chapelle, dans la rue Büchel, près des Bains neufs, pendant qu'on repavait cette rue, une très-grosse masse métallique informe, du poids d'environ 15 à 17 milliers, qui était enfouie dans la terre depuis un long espace de temps, sur lequel on n'a aucune donnée quelconque. Cette masse est citée, comme fer présumé météorique, à la suite du catalogue chronologique, publié par M. Bigot de Morogues, *Journal des Mines*, n°. 186, tome XXXI, page 436.

M. le docteur Lesoinne m'avait souvent entrenu de l'existence de cette masse lorsque j'habitais Aix-la-Chapelle; et, d'après les renseignemens qu'il m'avait donnés, je connaissais assez bien la place où elle se trouvait encore. Vers la fin de l'année 1813, je me disposais à faire, à M. le préfet de la Roër, la proposition d'entreprendre des recherches pour la découvrir; mais les événemens politiques m'ayant contraint de rentrer en France à l'époque où je comptais

mettre mon projet à exécution, je n'entendis plus parler de la masse dont il s'agit.

Le 31 octobre 1814, elle fut déterrée par les soins de M. Desack, alors gouverneur des nouvelles provinces de S. M. le roi de Prusse, sur la rive gauche du Rhin; et M. Monheim, pharmacien à Aix-la-Chapelle, en entreprit une analyse dont il a publié le résultat.

Des affaires particulières m'ayant rappelé à Aix-la-Chapelle au mois d'avril 1817, j'eus bientôt connaissance des recherches qu'on avait faites à ce sujet, et j'appris que l'opinion était encore incertaine sur l'origine de ce corps singulier.

M. le docteur Lesoinne me présenta des échantillons qui ressemblaient à une fonte truitée en partie malléable, et au milieu desquels on remarquait des cristaux de fer pyriteux d'un assez gros volume. Ces morceaux ne m'apprirent absolument rien. M. Monheim que je vis ensuite, me dit que par l'analyse il avait recueilli de l'arsenic, du fer, du soufre et diverses sortes de terres. J'observai que la présence de l'arsenic ne pouvait pas décider la question, parce que cette substance se trouve parfois dans les minerais de fer qui accompagnent les calamines du duché de Juliers; et que, quant aux cristaux de pyrite martiale qu'on m'avait montrés, je n'y voyais également rien d'extraordinaire, attendu que j'avais eu occasion de remarquer plusieurs fois un fait analogue à l'égard d'anciennes substances métalliques produites par l'art (1). Mais, d'un autre côté, la position de

(1) Il y a cinq ans environ, qu'en parcourant la montagne de

cette masse et le défaut de renseignemens sur l'existence réelle de toute espèce de fonderie de fer dans le voisinage de la ville, contrariaient singulièrement les idées que j'avais sur sa véritable origine, lorsqu'enfin M. Lesoinne eut la bonté de me conduire lui-même dans la cour de l'hôtel de la Régence, où heureusement elle se trouvait encore en dépôt. L'ayant examinée avec attention, je vis, à l'une de ses extrémités, des morceaux de schiste argileux qui l'enveloppaient, et qui même pénétraient dans l'intérieur du bloc, dont je ne pus détacher qu'avec peine quelques esquilles. Étant revenus chez M. Monheim, auquel je fis part de mon observation, je le priai de vouloir bien me montrer le morceau sur lequel il avait opéré. Je l'examinai avec une loupe, et j'aperçus au centre un fragment de brique cuite d'un volume suffisant pour être visible à l'œil nu. Cette découverte fixa notre opinion, et nous conclûmes que la prétendue masse météorique n'était autre chose qu'un résidu d'ancien fourneau.

Breinig, près Stolberg, à 2 lieues et demie d'Aix-la-Chapelle, j'ai trouvé, autour de quelques anciennes ruines de fonderie de plomb, des morceaux roulés de litharge dont plusieurs renfermaient de très-jolis cristaux de plomb carbonaté.

NOTE

Sur la hauteur de l'Observatoire royal au-dessus du zéro de l'échelle du pont de la Tournelle.

D'APRÈS des nivellemens géométriques exécutés dernièrement, avec tous les soins possibles, par M. Tremery, ingénieur au Corps royal des Mines, et par MM. De Lamotte et Louis Hassenfratz, géomètres, attachés au Bureau des Carrières du département de la Seine, la hauteur du seuil de la porte du nord de l'Observatoire royal, par rapport au zéro de l'échelle du pont de la Tournelle, est de............ mètres. 34,471

Dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* (année 1815), M. de Prony a fait connaître des nivellemens qui avaient déjà donné, pour la hauteur dont il s'agit........... 34,474

Différence..... 00,003

Il existe un accord remarquable entre les hauteurs que nous rapportons ici. La très-petite quantité, dont le résultat publié par M. de Prony excède celui récemment obtenu, peut être tout-à-fait négligée, puisqu'elle est seulement de *trois millimètres*.

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LE SECOND TRIMESTRE DE 1819.

ORDONNANCE du 21 avril 1819, portant permission de transférer à Condes un haut-fourneau à fondre les minerais de fer, établi à Marault.

Haut-fourneau de Condes à fondre les minerais de fer.

LOUIS, etc., etc., etc.

Vu, etc.

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. Ier. Il est permis au sieur François-Joseph de Montangon, propriétaire à Chaumont, département de la Haute-Marne, de transférer à Condes, et d'établir sur le cours d'eau des fontaines du domaine de Condes, dans la partie désignée au plan, du consentement du propriétaire de ce domaine et suivant les arrangemens qu'il aura pu faire avec lui, un haut-fourneau à fondre les minerais de fer, établi à Marault.

ART. II. Le fourneau de Condes ne pourra être mis en activité, que le sieur de Montangon ou ses ayant-causes n'aient fait démolir les deux hauts-fourneaux construits à Marault.

ART. III. Le combustible et le minerai employés pour le haut-fourneau de Condes, seront tirés des mêmes sources et en suivant les mêmes règles et usages que ceux qui servaient à alimenter le fourneau de Marault.

ART. IV. Le sieur de Montangon, ainsi qu'il s'y est obligé, est tenu d'exécuter strictement les dispositions du cahier des charges qui sera annexé à la présente.

ART. V. Notre Ministre Secrétaire-d'État de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Cahier des charges pour la translation du haut-fourneau de Marault à Condes (Haute-Marne).

Art. Ier. Le sieur de Montangon ne laissera pas chômer son usine, composée, conformément aux plans par lui fournis, d'un seul haut-fourneau, sans cause légitime, reconnue par l'Administration.

Art. II. Il ne pourra faire des augmentations à son usine, ni la transférer ailleurs, sans en avoir obtenu la permission dans les formes voulues par la loi.

Art. III. Il ne fera aucun changement au niveau actuel de la retenue qui sera réparée avant toute construction.

Art. IV. Il placera le bâtiment du commis-fondeur, de manière à ne pas nuire au halage, pour lequel il devra même établir à ses frais, des ponts de service, toutes fois et quantes les besoins de la navigation pourront l'exiger.

Art. V. Il ne pourra alimenter son usine qu'avec des minerais de fer extraits de la manière déterminée par la loi, d'après la nature du gisement et le mode de travaux nécessaires à l'exploitation de ces minerais.

Art. VI. Dans le cas où le Gouvernement viendrait à faire, sur le cours d'eau des fontaines de Condes, et pour un objet d'utilité publique, des dispositions qui occasionneraient le chômage ou la suppression du haut-fourneau de Condes, le sieur de Montangon ne pourra réclamer aucune indemnité ni dédommagement, pour la plus-value de son usine sur le moulin aujourd'hui existant et auquel elle doit être substituée.

Art. VII. Il se conformera aux lois et règlemens intervenus et à intervenir sur le fait des mines, minières et usines, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'Administration des Mines, sur ce qui intéresse la sûreté des ouvriers, et ce qui concerne l'exécution des règlemens de police, relatifs aux usines.

Art. VIII. Conformément à l'article 36 de l'acte du Gouvernement du 18 novembre 1810, l'impétrant adressera chaque année à la Direction générale des Ponts-et-Chaussées et des Mines, par l'intermédiaire de la Préfecture, et toutes les fois que le directeur-général des Mines en fera la demande, un état de son usine, indiquant: 1°. la nature et la quantité des matières employées; 2°. la nature et la quotité des objets

fabriqués ; 3°. la quantité de combustible consommé ; 4°. enfin le nombre des ouvriers employés.

Art. IX. En cas de non exécution des charges ci-dessus et des clauses portées à l'ordonnance de permission, ou de contraventions aux lois et règlemens, il y aura lieu à poursuivre la révocation de la permission, conformément à l'article 77 de la loi du 21 avril 1810.

Ordonnance du 23 juin 1819, concernant un haut-fourneau à fondre le minerai de fer et deux fourneaux de forges établis en la commune de Castets.

Usines à fer de Castets.

Louis, etc., etc., etc.

Vu la requête à nous présentée au nom des sieurs Dubourg, Dupuy et Compagnie, maîtres de forges, demeurant à Saint-Julien de Born, département des Landes, ladite requête enregistrée au secrétariat du comité du contentieux de notre Conseil-d'État, le 21 décembre 1818, et tendant à ce qu'il nous plaise rapporter notre ordonnance du 4 novembre 1814, et voir autant que de besoin ordonner que le décret du 19 mars de la même année sera exécuté selon sa forme et teneur; ce faisant, attendu le tort immense, injustement et arbitrairement causé aux supplians, condamner le sieur, marquis de Saluces, aux dommages et intérêts à liquider aux formes de droit par tel tribunal qu'il nous plaira désigner, avec dépens; sous la réserve de tous les droits des supplians, notamment de se pourvoir, ainsi qu'il appartiendra, contre le sieur de Carrère, ancien préfet des Landes, personnellement, pour raison de l'abus arbitraire de pouvoir qu'il s'est permis à leur préjudice, et généralement sous toutes réserves et protestations;

Vu l'ordonnance de soit communiqué, et le mémoire en défense du sieur Amédée Lelur, marquis de Saluces, demeurant à Bordeaux; ledit mémoire enregistré audit secrétariat, le 22 avril 1819, et tendant à ce qu'il nous plaise ordonner préalablement l'apport et le dépôt au secrétariat du Comité du Contentieux, de tous les actes, pièces, requêtes, procès-verbaux, avis et délibérations existant au Conseil des mines, relatifs à la demande des sieurs Dubourg et compagnie; se réservant l'exposant, quand ledit dépôt sera effectué, de faire valoir plus

amplement ses droits et moyens, et de prendre telles conclusions qu'il avisera;

Vu la réplique des sieurs Dubourg, Dupuy et Compagnie, enregistrée audit secrétariat, le 6 mai 1819, et tendant au maintien de leurs précédentes conclusions;

Vu le décret du 19 mars 1814, portant autorisation aux sieurs Louis, Mathieu Turpin, et François Dubourg, d'établir dans la commune de Castets, arrondissement de Dax, département des Landes, un haut-fourneau à fondre le minerai de fer, et deux fourneaux de forges;

Vu notre ordonnance du 4 novembre 1814, portant sursis provisoire à l'exécution du décret du 19 mars, ci-dessus visé; à la charge, par le sieur de Saluces, de se pourvoir sans délai pardevant notre Conseil-d'Etat, pour faire statuer, s'il y a lieu, sur l'annulation dudit décret.

Vu les autres pièces produites;

Considérant que le décret du 19 mars 1814 a été rendu contradictoirement; que le sieur de Saluces n'a produit, postérieurement à l'ordonnance de sursis, aucun des moyens d'opposition prévus par l'article 32 du réglement du 22 juillet 1806, et que même en ce moment il ne fait valoir aucun autre motif d'annulation dudit décret;

Notre Conseil d'Etat entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. Le sursis accordé par notre ordonnance du 4 novembre 1814, est levé.

Art. II. Le décret du 19 mars 1814 recevra sa pleine et entière exécution.

Art. III. Le sieur marquis de Saluces est condamné aux dépens.

Art. IV. Notre Garde-des-Sceaux, Ministre Secrétaire d'Etat de la Justice, et notre Ministre Secrétaire d'Etat de l'intérieur, sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance.

Tréfilerie de Dortan.

Ordonnance du 30 juin 1819, portant autorisation de construire une usine pour la fabrication du fil de fer, en la commune de Dortan, département de l'Ain, au lieu dit Gour, *ou Saulu de la Foule, situé sur la rive droite du ruisseau de Coutenson.*

Ordonnance du 30 juin 1819, portant réduction de la concession des mines d'antimoine d'Anglebas.

Mines d'antimoine d'Anglebas.

Louis, etc., etc., etc.

Vu, etc.

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. Ier. La concession des mines d'antimoine d'Anglebas, commune de Perpezat, arrondissement de Riom, département du Puy-de-Dôme, accordée pour cinquante années consécutives et sur une étendue de surface de 118 kilomètres 52 centièmes carrés, aux sieurs Jean-Baptiste Enjelvin et compagnie, par acte du Gouvernement du 26 mai 1793, est et demeure définitivement réduite conformément au plan joint à la présente ordonnance, et fourni par le titulaire actuel de cette concession, le sieur Alexandre Enjelvin, à une étendue superficielle de 10 kilomètres carrés, 10 hectares, limitée comme suit, savoir :

Du château de Banson par une ligne droite à la grange du moulin de Champ-Laurent; de ce point par une autre ligne droite menée à la grange du sieur Audigier cadet; de là, à la maison du sieur Moulucq à Bomparant; de ce point au bâtiment des héritiers Chardon, au lieu des Bouchetel; de là, au bâtiment de Louis Beaudona, à Fraisse; de là, au bâtiment de Bonabry au lieu d'Anglehaut; de ce point au moulin Faydit; et de là, au château de Banson, point de départ.

Art. II. Le cahier des charges pour la démarcation de ladite concession, rédigé en Conseil général des Mines, présidé par notre directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, et consenti par le sieur Alexandre Enjelvin, est, sauf la suppression des articles 8 et 12, approuvé, et sera annexé à la présente.

Art. III. Le titulaire acquittera, entre les mains du receveur des contributions de l'arrondissement, les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi du 21 avril 1810, et le décret du 6 mai même année.

Art. IV. Conformément à l'article 53 de la loi précitée, il ne sera tenu envers les propriétaires du sol, qu'à l'exécution des conventions qu'il aurait pu faire avec eux antérieurement à

cette loi, et au paiement des indemnités pour dégâts ou non jouissance de terrains, ainsi qu'il est déterminé par les articles 43 et 44 de la même loi.

Art. V. Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'Administration des Mines, en exécution des articles 47 à 50 de la loi du 21 avril, et du titre 2 du règlement du 3 janvier 1813, si, en vertu de l'article 7 de cette loi, la propriété de la concession vient à être transmise d'une manière quelconque, soit à un individu, soit à une société. Ce cas échéant, le titulaire de la concession sera tenu de se conformer aux charges et conditions prescrites, tant par l'acte de concession que par la présente ordonnance.

Art. VI. Nos Ministres Secrétaires-d'État de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Cahier des charges relatives à la mine d'antimoine d'Anglebas.

Art. Ier. L'exploitation de la mine d'antimoine d'Anglebas sera reprise par un avancement de travaux sur la direction du filon; et pour atteindre ce but, le concessionnaire se conformera aux dispositions suivantes :

1°. La galerie inférieure, dont l'orifice est presque au niveau du ruisseau, et qui doit naturellement servir à l'écoulement de toute la mine, sera rétablie pour cet usage; dans le cas où cette opération serait reconnue impraticable, ce sera la galerie immédiatement supérieure, dite de Saint-Jean, qui sera remise en état.

2°. Le concessionnaire portera ses travaux au-delà de l'éboulement qui a eu lieu, il y a environ quinze ans, et qui empêche actuellement de reconnaître et d'exploiter la suite du filon vers le nord-est. On arrivera à la partie intacte du filon, soit en traversant les parties éboulées, soit en faisant une nouvelle attaque, par un puits extérieur percé sur le toit du filon.

3°. L'exploitation qui aura lieu dans la partie neuve sera suivie régulièrement par puits et galeries, de manière à partager ce filon en massifs d'une épaisseur de 20 mètres au moins dans le sens vertical; ce sera entre ces puits et ces galeries qu'aura lieu l'extraction du minerai d'antimoine, de la manière accoutumée.

Art. II. Dans tous les cas, les nouveaux travaux seront mis en communication avec les anciens ouvrages, et principalement avec la galerie d'écoulement, qui servira en même temps à l'airage. Toutes les communications qui seront conservées dans l'ancienne mine, comme utiles à la continuation de l'exploitation, seront soutenues et assurées de manière à ce qu'aucun éboulement ne soit à craindre. Les excavations voisines seront comblées ou muraillées avec soin.

Art. III. Dans le cas où, par la suite, il serait devenu nécessaire de changer le mode de travaux ci-dessus prescrits, les changemens à y introduire devront être soumis à l'approbation de l'Administration.

Art. IV. Le concessionnaire fera des recherches suivies sur divers filons et indices d'antimoine, bien connus dans le périmètre de la concession réduite; elles auront lieu par galeries percées dans les filons, et prises dans les lieux les plus bas possible, afin de faciliter les travaux supérieurs, s'il y a lieu d'en faire par la suite.

Art. V. Ces divers travaux seront mis en activité immédiatement après l'ordonnance de réduction de la concession, et l'exploitation sera continuée sans interruption, à moins de causes reconnues légitimes par l'Administration.

Art. VI. Un an après l'obtention de la concession, le concessionnaire fournira au Préfet les plans et coupes de tous les travaux de ses exploitations, dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Chaque année, dans le courant de janvier, il fournira de la même manière les plans et coupes des travaux exécutés pendant l'année précédente, pour être rattachés au plan général, après vérification faite par l'Ingénieur des mines : en cas d'inexécution de cette mesure, ou d'inexactitude reconnue des plans, ils seront levés et dressés d'office aux frais de l'exploitant.

Art. VII. En exécution des actes du gouvernement des 18 novembre 1810, et 3 janvier 1813, le concessionnaire tiendra constamment en ordre sur ses mines, 1°. un registre et un plan constatant l'avancement journalier des travaux, et les circonstances de l'exploitation dont il sera utile de conserver le souvenir; 2°. un registre de contrôle journalier des ouvriers employés, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur des travaux; 3°. un registre d'extraction et de vente. Il transmettra en outre au Préfet, tous les ans, et au Directeur général des mines,

toutes les fois qu'il en fera la demande, l'état certifié de ses ouvriers, celui des produits en nature de son exploitation, et celui des matériaux employés.

ART. VIII. Conformément à l'art. 14 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire ne pourra confier la direction de ses exploitations qu'à un individu qui justifiera des facultés nécessaires pour bien conduire les travaux.

Conformément à l'art. 25 de l'acte du gouvernement du 5 janvier 1813, il ne pourra employer en qualité de maîtres mineurs, ou chefs particuliers des travaux, que des individus qui auront travaillé dans les mines comme mineurs, boiseurs ou charpentiers, au moins pendant trois années consécutives.

ART. IX. Le concessionnaire se soumettra aux lois et réglemens intervenus ou à intervenir sur le fait des mines; il devra exploiter de manière à ne pas compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers, la conservation des mines, et les besoins des consommateurs. Il se conformera, en conséquence, aux instructions qui lui seront données par l'Administration des mines, et par les Ingénieurs du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des mines pourront donner lieu.

ART. X. Le concessionnaire ne pourra abandonner aucune partie de ses travaux, sans en avoir prévenu le Préfet du département, trois mois à l'avance.

MÉMOIRE

SUR

LE PYROXÈNE ANALOGIQUE;

PAR M. HAÜY.

DEPUIS que le pyroxène a été séparé de l'amphibole, de la tourmaline, de l'axinite, de l'épidote, etc., auxquels Romé de l'Isle (1), le baron de Born (2), et d'autres minéralogistes l'avaient associé sous le nom commun de *schorl*, on a découvert successivement, dans divers pays, des substances qui en diffèrent par leurs caractères extérieurs, mais qui m'ont paru n'en être que de simples variétés, d'après les applications des lois de la structure à leurs formes cristallines. Ces substances, au nombre de six, sont la sahlite ou malacolite, et la coccolithe, que M. d'Andrada a décrites le premier, et qui faisaient partie de la riche récolte qu'a procurée à ce savant célèbre son voyage en Suède et en Norwége (3); la baïkalite, ainsi nommée par les minéralogistes de Russie, à cause de son gisement près

(1) *Cristallogr.*, tome II, page 344 et suivantes.

(2) *Catalogue méthodique et raisonné de la collection des fossiles* de Mademoiselle Éléonore de Raab, t. I, page 158 et suivantes.

(3) Voyez le *Journal de Physique*, tome II, page 239 et suivantes.



du lac Baïkal (1); la mussite et l'alalitte dont nous devons la connaissance à M. de Bonvoisin, qui les avait trouvées en Piémont dans les vallées de la Mussa et d'Ala (2); enfin la fassaïte découverte, il y a environ trois ans, dans la vallée de Fassa en Tyrol, ce qui lui a fait donner, par M. Werner, le nom que je viens de citer, auquel d'autres minéralogistes ont substitué celui de *pyrgom* (3).

Les premiers observateurs de ces diverses substances n'avaient pas hésité à en faire autant d'espèces particulières. Il est même très-probable que l'idée du pyroxène ne s'était offerte à aucun d'eux, tant ces substances lui res-

(1) Je dois avertir que, pendant plusieurs années, on a débité ici, sous ce nom de *Baïkalite*, une variété d'amphibole aciculaire blanc-jaunâtre (tremolith, W.). Je me suis aperçu de la méprise, en examinant des cristaux de la véritable baïkalite, qui m'ont été envoyés par M. Heuland, et que j'ai reconnus pour appartenir au pyroxène.

(2) Le premier article que j'aie imprimé sur ces deux substances, avait pour but de prouver qu'elles devaient être réunies au pyroxène. *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, tome XI, page 77, et *Journal des Mines*, tome XXIII, page 145.

Cet article avait été précédé d'une note insérée dans ce dernier *Journal*, tome XX, page 65, par M. Tonnelier, où il expose l'opinion que j'avais émise dans une de mes leçons publiques, à laquelle il avait assisté, savoir: que la mussite et l'alalite formaient deux variétés d'une espèce particulière à laquelle j'avais donné le nom de *Diopside*. L'article dont j'ai parlé d'abord ne me paraît laisser aucun doute sur la justesse de la détermination que j'ai bientôt substituée à celle qui résultait des observations faites sur le seul cristal que j'eusse à ma disposition, et qui n'était pas susceptible de se prêter à des mesures précises.

(3) Voyez le tome III des *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, page 120 et suivantes.

semblent peu par les caractères qui parlent aux yeux, tels sur-tout que le ton de couleur et l'aspect général de la forme. Il n'y avait pas même lieu à imaginer ici un de ces passages d'une espèce à l'autre, que l'on trouve indiqués dans plusieurs traités, et les résultats des découvertes récentes, en s'introduisant dans celle dont le pyroxène est le type, auraient paru ramener la confusion que ses anciennes alliances avaient répandue autour de lui.

Plus récemment, M. Werner a introduit dans sa méthode un changement qui consiste à réunir dans une même famille, sous le nom de *famille des augits*, toutes ces substances, à l'exception de la *fassaïte*, dont il a fait une espèce particulière, et qu'il a rangée dans une autre division, à côté de la *vesuvian* et du *grossular* (1).

---

(1) Voyez le A. G. Werner's Letztes Mineral-System, 1817, publié après sa mort. Voici le tableau des espèces comprises dans la famille des augits :

1. KOKKOLITH. Cette espèce comprend le pyroxène granuliforme, dont la couleur est d'un vert plus ou moins clair, et la variété d'amphibole que l'on a nommée *Pargasite*.

2. AUGIT. Werner en a fait quatre sous-espèces, qui sont :

a. KÖRNICHER AUGIT. Cette sous-espèce renferme le pyroxène granuliforme dont la couleur est le vert-noirâtre foncé, et de plus les cristaux arrondis et mal prononcés de pyroxène, particulièrement ceux d'Arendal.

b. BLÄTRICHER AUGIT. Les variétés réunies sous ce nom appartiennent pour la plupart à l'amphibole. Cette sous-espèce ne renferme plus la substance du saualpe, à laquelle on a donné le même nom, et

Le but principal de ce mémoire est la description d'une nouvelle variété de pyroxène, qui me paraît mériter d'autant mieux d'être connue, qu'elle réalise des propriétés géométriques remarquables, qui s'ajoutent à celles que j'avais déduites des applications de la théorie à la structure des formes primitives, dérivées du prisme rhomboïdal oblique.

La forme des cristaux de cette variété que représente la *fig.* 1, Pl. V, est celle d'un prisme droit hexaèdre symétrique, terminé par des sommets tétraèdres, dont les faces z, z, etc., naissent sur les quatre bords de la base, qui étant prolongés deux à deux, convertiraient en rhombe l'hexagone auquel appartient cette base. Il en résulte que si l'on prolonge de même par la pensée les pans μ, μ, et ceux qui leur correspondent derrière le cristal, ainsi que les faces du sommet adjacentes à ces pans, le solide deviendra un prisme rhomboïdal droit (*fig.* 2) terminé par des pyramides droites quadrangulaires. La couleur des mêmes cristaux est le noir-grisâtre. Celle de leur poussière est d'un gris-verdâtre très-pâle. Leur surface n'a qu'un léger degré de luisant, joint à un certain air d'âpreté, qui n'em-

---

dont M. Werner a fait une espèce à part, sous le nom de *Karinthin*.

c. MUSCHLICHER AUGIT.

d. GEMEINER AUGIT.

3. BAIKALIT.
4. SAHLIT.
5. DIOPSIT. Elle comprend l'alalite et la mussite.

M. Werner a placé la *gélénit* seule entre la famille des augits et celle des vésuvians, comme un intermédiaire qui sert à lier ces deux familles.

pêche pas que les plans dont elle est l'assemblage, ne se prêtent par leur niveau à une mesure exacte de leurs incidences respectives. Les fragmens aigus ne rayent pas le verre, mais fortement la chaux fluatée. Les lames minces vues par transparence, sont d'un vert-clair. La cause qui offusque cette couleur, lorsqu'on regarde les cristaux par réflexion, se décèle elle-même à l'approche d'une aiguille aimantée, dont le mouvement très-sensible annonce la présence du fer interposé entre leurs molécules intégrantes (1). La même cause altère la netteté des joints naturels, mis à découvert par la division mécanique. Mais, à l'aide d'une vive lumière, je les ai aperçus très-sensiblement, et ils indiquaient, pour la forme primitive, un prisme rhomboïdal oblique, semblable à celui du pyroxène, et divisible de même, suivant des plans menés par les diagonales des bases.

C'est à la générosité de M. Bredsdorff, minéralogiste danois d'un mérite distingué, que je suis redevable des cristaux de la nouvelle variété dont je viens d'ébaucher la description. Il les tenait d'un voyageur qui les avait trouvés dans la vallée de Fassa, mais qui ne put lui indiquer d'une manière précise la roche dont il avait détaché le groupe formé de leur assemblage. Il s'était borné à lui dire qu'ils occupaient un terrain primitif. Le morceau offre effectivement

(1) Les cristaux de Fassaïte, dont la couleur est le vert-olivâtre, dans l'état de fraîcheur, passent au noir-brunâtre dans certaines parties du terrain environnant, et alors ils agissent aussi sur l'aiguille aimantée ; en même temps leur dureté se trouve diminuée, en sorte qu'ils ne rayent pas le verre, comme le font les premiers.

des indices d'un terrain de ce genre, par les lames de talc dont sa surface est couverte à certains endroits, et dont les unes sont d'un blanc nacré, et les autres d'un vert obscur.

Parmi les diverses substances que j'ai citées au commencement de ce mémoire comme devant être réunies au pyroxène, la fassaïte (1) est celle avec laquelle la nouvelle variété a le plus d'analogie, soit par ses caractères extérieurs, soit par son gisement. A la vérité la forme de ses cristaux n'a aucune ressemblance au premier coup d'œil avec ceux de la fassaïte, non plus qu'avec aucun des cristaux de pyroxène observés jusqu'ici. Mais la fassaïte elle-même avait déjà offert un exemple digne d'attention, en cachant pour ainsi dire, sous une physionomie toute particulière, ses rapports intimes avec le pyroxène, et c'était pour moi une invitation à m'assurer si la cristallisation n'avait pas opéré ici une seconde métamorphose, non moins inattendue que la première.

Je commençai par mesurer les angles des nouveaux cristaux, et je trouvai environ $51^{d.}$ pour l'incidence de μ sur μ (*fig.* 1), ce qui donnait $115^{d.}\frac{1}{2}$ pour celle de μ sur r. Un calcul simple me fit connaître que ces incidences résultaient d'un décroissement sur les bords G, G (*fig.* 3), dont le signe est $G^3\,{}^3G$. L'incidence de μ sur μ (*fig.* 1), qui répond à cette

(1) J'ai exposé les preuves qui se déduisent des lois de la structure en faveur du rapprochement de cette substance avec le pyroxène, dans un article qui fait partie du tome III des *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, page 120 et suivantes.

loi, est exactement de $51^{d.} 18'$, et celle de μ sur r de $115^{d} 39'$.

Je mesurai ensuite l'inclinaison de ϑ sur ϑ, et je la trouvai sensiblement égale à celle des pans M, M (*fig.* 3), de la forme primitive, qui est de $87^{d.} 42'$. Celle de ζ sur ζ était la même, par une suite de ce que la pyramide est droite. L'égalité dont il s'agit était d'autant plus facile à vérifier, qu'il suffisait d'ouvrir d'abord les alidades du goniomètre, de manière qu'elles fussent en contact immédiat avec les pans **M**, **M** (*fig.* 3), pris sur un cristal de pyroxène d'une forme bien prononcée, et de les porter ensuite sur les faces ϑ, ϑ (*fig.* 1). L'observation faisait voir qu'elles s'y appliquaient avec la même exactitude.

Cette sorte de transport d'un des angles de la forme primitive sur une forme secondaire offrait un cas analogue à celui de la variété de chaux carbonatée nommée pour cette raison *métastatique*, et qui pouvait également avoir lieu à l'égard d'un noyau différent du rhomboïde; et quant à la pyramide droite que formaient les faces ϑ, ζ, l'égalité en sens contraire des inclinaisons des mêmes faces était dans l'ordre des résultats possibles de la cristallisation relative au prisme rhomboïdal, par suite d'une propriété géométrique dont il jouit, et que je rappellerai dans l'instant.

Les considérations qui précèdent m'ont fourni le sujet d'un problème général, dont le but est de déterminer la condition à laquelle doit satisfaire le rapport entre les dimensions d'une forme primitive du genre de celle dont il s'agit ici, pour qu'il y ait une forme secondaire analogue à celle

que représente la *fig.* 2, qui soit susceptible d'offrir comme celle-ci des faces terminales telles que ϑ, ϑ et ζ, ζ inclinées entre elles de la même quantité que les pans M, M (*fig.* 3) du noyau.

Je vais exposer la méthode que j'ai suivie dans la solution du problème proposé. En jetant un coup d'œil attentif sur la forme secondaire (*fig.* 2), on conçoit aisément que les décroissemens qui donnent les faces obliques dont j'ai parlé, agissent à la manière de ceux que j'appelle *intermédiaires* sur les parties du noyau situées à la naissance de ces faces. Pour faciliter la solution, j'ai eu recours à un moyen dont je me suis servi dans la détermination des formes secondaires originaires d'un rhomboïde, et dont les faces sont produites de même par des décroissemens intermédiaires sur les angles de ce rhomboïde. Il consiste à lui substituer un noyau hypothétique susceptible de donner naissance aux mêmes faces par des décroissemens ordinaires. A l'aide d'un calcul facile, on détermine la relation entre la forme secondaire et le noyau hypothétique, et l'on ramène ensuite les décroissemens dont il s'agit, à ceux qui ont lieu par des lois intermédiaires sur la véritable forme primitive.

Cela posé, je prends pour noyau hypothétique le prisme droit *m*⸸ (*fig.* 4), dont la base *m*λ*a*λ′ est semblable et égale à celle de la pyramide droite, qui a pour faces les triangles ϑ, ϑ (*fig.* 2), et ceux qui répondent à ζ, ζ, dans la partie opposée. Je considère ces mêmes faces comme produites en vertu d'un décroissement ordinaire sur les bords *a*λ, *a*λ′, *m*λ, *m*λ′ (*fig.* 4). Il est évident que les diagonales *am*, λλ′ de la base de ce prisme, et sa hauteur *a*⸸ d'où dépend la mesure du décrois-

sement qui donne les faces ɜ, ɜ sont en rapport avec les dimensions correspondantes de la véritable forme primitive. Je suppose l'arète *a* ⊥ égale à l'axe de la pyramide ɜ, ɜ (*fig.* 2), d'où il suit que le décroissement est censé avoir lieu par deux rangées en hauteur.

Soit *tv* (*fig.* 5), cette même forme déjà représentée (*fig.* 3). Par le point *a* (*fig.* 5), je fais passer un plan *almi*, qui coupe perpendiculairement les arètes *uy*, *kx*, et qui d'après la propriété du prisme rhomboïdal oblique, passe par l'extrémité inférieure de l'arète *tm* opposée à *av*. Ce plan est ce que j'ai nommé la coupe transversale du prisme rhomboïdal. Ayant mené les diagonales *il*, *am*, du rhombe *almi*, qui coïncide avec cette coupe, je désigne par g la moitié *ol* de la première, et par h la moitié *ao* de la seconde.

Maintenant, pour représenter d'une manière générale le rapport entre les dimensions du noyau hypothétique, et celles du prisme rhomboïdal, je supposerai que la diagonale *am* (*fig.* 4 et 5), soit constante, auquel cas on aura toujours (*fig.* 4), $ao = p$. Désignant ensuite $o\lambda$ par g', et *a* ⊥ ou l'axe de la pyramide ɜ ɜ (*fig.* 2), par h', je fais $g' = \frac{g}{m}$ et $h' = hm'$. Nous verrons dans la suite que g' est toujours plus petite que g. Quant à la quantité m', elle peut être, suivant les cas, un nombre entier ou fractionnaire.

Soient $as\lambda$, $as\lambda'$ (*fig.* 6), les deux faces ɜ, ɜ (*fig.* 2), et $\lambda a \lambda'$ le même triangle que *fig.* 4. Soit de plus $\lambda s \lambda'$ (*fig.* 6), un plan mené par la diagonale λ, λ' et par l'axe *os* de la pyramide ɜ, ɜ (*fig.* 2). Je tire *ao* (*fig.* 6), puis *oz* perpendi-

culaire sur as, et ensuite λz. L'angle $\lambda z o$ mesure la moitié de l'incidence de s sur s (*fig.* 2), d'où il suit que dans l'hypothèse d'une égalité entre cette incidence et celle de M sur M (*fig.* 3), on aura $o\lambda : oz :: g : p$. Pour représenter analytiquement les conditions d'où dépend cette égalité, j'exprime le rapport de λo à oz (*fig.* 6), en fonctions de g, p, h, m, m'.

Nous avons déjà $ao = p$, et $o\lambda = g' = \frac{g}{m}$.

De plus $oz = \frac{ao \cdot os}{\sqrt{(ao)^2 + (os)^2}} = \sqrt{\frac{p^2 h^2 m'^2}{p^2 + h^2 m'^2}}$.

Donc $\frac{g}{m} : \sqrt{\frac{p^2 h^2 m'^2}{p^2 + h^2 m'^2}} :: g : p$, ou $\frac{1}{m^2} = \frac{h^2 m'^2}{p^2 + h^2 m'^2}$,

et $p^2 + h^2 m'^2 = h^2 m^2 m'^2$, $\frac{p^2}{h^2} = (m^2 - 1) m'^2$, d'où

l'on tire $p^2 : h^2 :: m^2 - 1 : \frac{1}{m'^2}$.

On voit que l'égalité des deux incidences sera toujours possible, sous la condition que p^2 soit un carré diminué de l'unité, et h^2 un carré parfait. Je suppose ici $p^2 = m - 1$ et $h^2 = \frac{1}{m'^2}$, parce qu'il est toujours possible de mettre la proportion sous la forme convenable, pour que ces égalités aient lieu. On voit de plus que celle des deux incidences est indépendante de la valeur de g, puisque cette quantité disparaît dans le calcul. Les deux équations citées donnent, l'une $m = \sqrt{p^2 + 1}$, l'autre $m' = \frac{1}{h}$. La première indique le rapport qui doit exister entre g' et g,

quelle que soit la valeur de cette dernière, pour que le but du problème soit rempli, et la seconde fait connaître le rapport qui doit avoir lieu, dans le même cas, entre h' et h. C'est une suite de ce que $g' = \frac{g}{m}$ et $h' = h m'$.

J'ai dit que g' ou $o\lambda$ (*fig.* 4), est toujours plus petite que g. C'est ce qu'il est facile de prouver; car $o\lambda : oz$ (*fig.* 6), $:: g : p$. Or, $ao = p$; mais oz qui est un des côtés adjacens à l'angle droit dans le triangle rectangle aos sera toujours plus petite que l'hypoténuse ao. Donc, si l'on met la proportion sous cette forme $o\lambda : g :: oz : p$, oz étant plus petite que p, il faudra que $o\lambda$ soit aussi plus petite que g. Donc, etc.

Les dimensions que j'ai assignées à la forme primitive du pyroxène dans mon *Traité de Minéralogie* (1) et dans mon *Tableau comparatif* (2) ont précisément le rapport convenable pour que l'égalité des deux incidences ait lieu. Car j'ai indiqué pour le rapport des deux lignes, qui dans cette même forme répondent à am et mt (*fig.* 5), celui de $\sqrt{12}$ à 1, ou de $2p$ à h; d'où il suit que $p^2 : h^2 :: 3 : 1 :: 4 - 1 : 1$, ce qui satisfait à la condition exigée. Il est même remarquable que ce rapport soit le plus simple possible parmi tous ceux qui partagent la même propriété. Dans le même cas, $h' = \frac{1}{h} = 1$, d'où il suit que l'axe de la pyramide 3,3 (*fig.* 2), est

(1) Tome III, page 81.

(2) Page 177.

égal à l'arète $a \perp$ (*fig.* 4). A l'égard de la dimension g, qui n'entre pour rien dans le résultat final du calcul, j'ai supposé que son rapport avec p était celui de $\sqrt{12}$ à $\sqrt{13}$. Or, si l'on fait ao ou p (*fig.* 5), $=\sqrt{13}$, ol ou $g=\sqrt{12}$, on a

$$o\lambda = \frac{g}{m} = \frac{g}{\sqrt{p^2+1}} = \tfrac{1}{2}\, g,$$ d'où l'on conclut

que le décroissement qui donne les pans μ, μ (*fig.* 2), a pour signe $G^3\,{}^3G$. L'accord qui existe entre l'observation et le résultat de la théorie, relativement à l'incidence des mêmes pans, calculée d'après la loi dont il s'agit, fournit une preuve de plus en faveur de la justesse du rapport $\sqrt{12}$ à $\sqrt{13}$, pour celui de g à p.

Il restait à découvrir les décroissemens d'où dépendaient les faces ϑ, ζ, rapportées à la véritable forme primitive. Je me bornerai à en donner les expressions comprises dans le signe représentatif suivant, qui s'étend à toutes les faces de la nouvelle variété.

$$\underset{\mu}{{}^3G^3} \; \underset{r}{{}^1H^1} \left(\underset{\vartheta}{\overset{6}{\underset{5}{}}E D^2 G^3}\right)\left(\underset{\zeta}{E^{\frac{2}{7}} B^1 G^1}\right).$$

Je joins ici les mesures des angles.

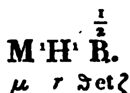
Incidence de	μ sur μ	51^d	$18'$
	μ sur r	115	39
	μ sur le pan de retour.	128	42
de	ϑ sur ϑ, ou de ζ sur ζ.	87	42
	ϑ sur ζ	139	26
	ϑ sur r	110	17
	μ sur ϑ ou sur ζ	143	7

Signe représentatif du noyau hypothétique

(*fig.* 7), considéré comme forme secondaire du véritable (*fig.* 3).



Signe représentatif de la variété analogique (*fig.* 1), considérée comme forme secondaire du noyau hypothétique (*fig.* 8).



On peut appliquer ici au système de cristallisation du pyroxène ce que j'ai dit ailleurs de la chaux carbonatée (1). C'est que toute la différence entre les décroissemens ordinaires et ceux qu'on appelle *intermédiaires*, consiste en ce que les premiers sont simples par eux-mêmes, au lieu que les intermédiaires, étant compliqués lorsqu'on les considère immédiatement, se résolvent en deux décroissemens ordinaires du nombre des plus simples, dont l'un fait dépendre le noyau hypothétique du véritable, et l'autre lie la forme proposée au noyau hypothétique. Dans ces sortes de cas, la cristallisation semble ne s'écarter de la route ordinaire qui aboutit à la simplicité, que pour y revenir par une route différente.

Si l'on suppose que dans la forme représentée (*fig.* 2), les pans μ, μ soient remplacés par les pans primitifs **M, M** (*fig.* 3), et que les faces ϑ, ϑ (*fig.* 2), ou ζ, ζ se rapprochent du centre, en

(1) Voyez les *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, tome XVIII, page 174.

restant parallèles à elles-mêmes, jusqu'à ce que les trois arètes ψ, n, ω soient devenues égales, le solide sera semblable à un dodécaèdre composé de deux pyramides droites, comme on le voit (*fig.* 7). C'est une suite de ce que les arètes ψ, n, ω (*fig.* 2), font entre elles des angles de 120ᵈ, et de ce que les incidences de ϑ sur ϑ, et de ζ sur ζ sont égales à celles de M sur M (*fig.* 3). Le dodécaèdre serait du genre des solides que j'appelle *anamorphiques*, parce que pour le mettre en rapport de position avec son noyau, il faudrait renverser celle qu'indiquerait son aspect, en donnant à son axe une direction horizontale. Il n'est pas impossible que la nature offre dans la suite à nos observations ce résultat curieux réalisé par la cristallisation. C'est la réunion de l'analogie que je viens d'exposer, avec celle qui dépend de l'égalité entre les incidences de ϑ sur ϑ (*fig.* 2), et de M sur M (*fig.* 3), qui m'a suggéré le nom d'*analogique*, que j'ai donné à la nouvelle variété de pyroxène.

Si du centre o (*fig.* 5), de la coupe transversale du noyau, on mène oz perpendiculaire sur

at, on aura $ol : oz :: g : \sqrt{\dfrac{4p^2h^2}{4p^2+h^2}}$, et mettant

à la place de g, p, h leurs valeurs

$\sqrt{36}, \sqrt{39}, \sqrt{13}$, $ol : oz :: \sqrt{36} : \sqrt{\dfrac{4.39.13}{4.39+13}}$

$$:: \sqrt{36} : \sqrt{\frac{4.39}{13}} :: \sqrt{36} : \sqrt{12} :: \sqrt{3} : 1.$$

Ce rapport qui résulte de la combinaison des trois dimensions de la forme primitive est égal

à celui qui a été trouvé entre p et h. C'est par une suite de ce même rapport que dans le pyroxène triunitaire représenté (*fig.* 10), les faces l, s, s' et celles qui leur sont parallèles font entre elles des angles de 120^d, en sorte que la forme du pyroxène est susceptible de donner naissance à deux hexagones réguliers, l'un dans le sens d'un plan qui passe par les arêtes de la base commune des deux pyramides du dodécaèdre (*fig.* 9), et l'autre dans le sens d'un plan qui coupe perpendiculairement les faces l, s, s' etc. et en même temps l'arête *s*. Ce caractère de symétrie et la simplicité du rapport dont il dépend, achève de motiver, ce me semble, le choix des dimensions que j'ai données à la forme primitive du pyroxène.

Il pourrait arriver, que telles fussent les dimensions de la forme primitive, que les faces dont les incidences seraient égales eussent changé de positions, en sorte que l'une de ces incidences fût celle de δ (*fig.* 1), sur la face ζ qui lui est adjacente derrière le cristal, et l'autre celle de M (*fig.* 3), sur le pan de retour. Dans ce cas, on aurait $p^2 : h^2 :: m^2 - 1 : \frac{1}{m'^2}$. Pour vérifier la propriété dont il s'agit, on mènerait oy (*fig.* 6), perpendiculaire sur λs, puis ay, et substituant au rapport de $o\lambda$ à oz celui de ao à oy, on trouverait $ao : oy :: \frac{p}{m} : \sqrt{\frac{g^2h^2m'^2}{g^2+h^2m'^2}}$.

Cette formule est applicable à la forme primitive du plomb chromaté. Dans le prisme rhomboïdal qui la présente, le rapport des trois dimensions

p, *g*, *h* est celui des nombres $\sqrt{9}$, $\sqrt{10}$, $\sqrt{2}$ (1). Multipliant par 8 les deux derniers, on a $g : h :: \sqrt{80} : \sqrt{16}$ et $g^2 : h^2 :: 81 - 1 : 16$, rapport qui satisfait aux conditions du problème; mais il n'est pas probable que ce problème ait été résolu par la cristallisation, parce que les lois de décroissement d'où dépendent dans cette hypothèse les faces μ, ϑ, ζ (*fig.* 1), sont d'une complication qui les rend inadmissibles (2).

Il est facile de voir que le prisme romboïdal droit, pris pour forme primitive, est aussi susceptible d'avoir des dimensions assorties à la solution du problème. Il en est de même du prisme rectangulaire, soit droit, soit oblique. Mais je me borne ici à en faire la remarque.

La détermination de la variété analogique, déjà digne d'attention sous le point de vue de la théorie, a tourné de plus à l'avantage de la méthode, en donnant une nouvelle force aux motifs qui sollicitent la réunion de la fassaïte avec le pyroxène. Elle offre en même temps un exemple frappant de l'illusion que tendent à produire les indications des caractères extérieurs, d'après lesquelles on serait tenté de juger la

---

(1) Ce rapport diffère de celui que j'avais indiqué dans mon *Tableau comparatif*, sans pouvoir assurer qu'il ne fût pas susceptible de quelque correction (pages 248 et 249). J'ai été conduit au nouveau rapport par des mesures prises avec beaucoup de soin sur des cristaux d'une forme très-prononcée, que j'ai acquis depuis plusieurs années. J'ai réservé pour mes leçons publiques la correction suggérée par ces mesures, en attendant le moment de la faire connaître par la voie de l'impression.

(2) Le signe du décroissement relatif aux faces μ, que je me borne ici à indiquer, est ${}^{17}G^{17}$.

nouvelle variété tout-à-fait étrangère au pyroxène. C'est par une suite de la même illusion que l'on a évité de réunir à ce minéral les autres substances que j'ai citées. La méthode que j'ai suivie, et que je regarde comme la véritable, m'a fait découvrir au contraire des liens communs où l'on a cru apercevoir des lignes de séparation. J'ai commencé par écarter les modifications accidentelles et variables, qui étant susceptibles de se prêter à la manière de voir de l'observateur, lui donnent pour ainsi dire la faculté de composer avec ses yeux, et dont il ne peut tirer que des inductions de convenance qui n'emportent jamais la conviction avec elles. Je suis parti de ce qu'il y a de fixe et de constant dans les minéraux, et je me suis efforcé de mettre dans les déterminations que j'en ai déduites, cette précision qui ne nous laisse les maîtres ni de lui résister, ni de lui refuser notre confiance, parce que l'empire qu'elle exerce est fondé sur l'évidence qu'elle imprime à tout ce qu'elle touche.

Ce n'est pas que les déterminations dont il s'agit soient toujours fixées sans retour; mais lorsque cela n'a pas lieu, c'est parce que l'imperfection des objets n'a pas permis d'y appliquer assez exactement des principes certains en eux-mêmes. Il vient un moment où, mieux secondé par l'observation, on rectifie ses premiers résultats, en se servant des mêmes principes, et les corrections, loin de faire naître des préjugés contre eux, en deviennent la meilleure apologie.

Je terminerai ce mémoire par une digression, qui trouvera ici d'autant plus naturellement sa place, qu'elle est liée au sujet que je traite, et

qu'elle est, en quelque sorte, commandée par l'état actuel de nos connaissances.

Dans tout ce qui précède, je me suis borné à considérer sous le rapport de la cristallographie, la question qui a pour but de circonscrire dans ses véritables limites l'espèce dont le pyroxène est le type. Mais cette question a un autre point de vue qui est tourné vers la chimie, et sous lequel je l'avais déjà présentée dans mon *Tableau comparatif*, pour essayer de prouver que les résultats des analyses des diverses substances que j'ai réunies au pyroxène ne s'opposaient point à ce rapprochement. Les progrès qu'a faits plus récemment la philosophie de la même science, et dont on est redevable en grande partie aux importantes recherches de M. Berzélius, m'engagent à revenir aujourd'hui sur l'objet dont il s'agit, et c'est dans l'ouvrage même qu'a publié ce savant illustre, sous le titre de *Nouveau système de minéralogie*, que je puiserai les motifs qui me paraissent ajouter une nouvelle force à l'opinion où j'étais, que le défaut d'accord, au moins apparent, entre les deux sciences, provenait, non pas de ce que la cristallographie s'était trop pressée, mais de ce que la chimie se trouvait encore en retard vis-à-vis d'elle.

M. Berzélius n'a pas fait entrer la coccolithe, la sahlite, le diopside, etc., dans la série des espèces qu'embrasse sa méthode. Le pyroxène seul y est indiqué comme formant une espèce particulière (1). Le savant auteur expose dans les notes, placées à la suite de sa méthode, les raisons qui l'ont engagé à supprimer, au moins

(1) *Nouveau système de minéralogie*, page 216.

pour le présent, les autres substances. Il est même porté à croire que ce qui est déjà arrivé par rapport à d'autres minéraux dont la chimie a fini par sanctionner la réunion indiquée d'avance par la cristallographie, pourra bien se renouveler à l'égard de ceux dont il s'agit ici.

Dans cette hypothèse, les divergences qu'ont offertes leurs analyses, devraient être imputées à des mélanges de matières hétérogènes : sur quoi j'observerai que M. Berzélius ne considère pas ces sortes de mélanges comme les résultats d'une réunion fortuite de molécules étrangères, qui se seraient interposées çà et là entre les molécules propres de la substance dominante, de celle qui imprime au tout son caractère géométrique. Ces molécules, en vertu de leurs attractions réciproques, forment des composés particuliers, dont chacun est soumis au principe des proportions definies, aussi bien que la substance principale, en sorte que pendant la formation du minéral, tout marche conformément aux lois invariables de l'affinité, soit dans l'ensemble, soit dans les détails.

En appliquant cette belle idée aux diverses substances que les différences entre leurs caractères, telles que la couleur, le tissu, la transparence, etc., ont fait séparer du pyroxène, on trouverait la cause de ces différences elles-mêmes dans l'influence des composans additionnels, unis à la substance dominante. Les variations que subissent les formes des mêmes substances, dans le nombre et les positions respectives de leurs faces, et au milieu desquelles leur forme primitive commune persisterait sans aucune altération, seraient dues à la même influence

qui aurait modifié de diverses manières les lois de décroissemens auxquelles avaient été soumises leurs molécules intégrantes en se réunissant.

Cependant, quelque probable que paraisse à M. Berzélius la justesse des rapprochemens dont il s'agit, il pense qu'on ne doit pas regarder la chose comme décidée, avant qu'on ait pu concilier les résultats de l'analyse chimique avec ceux de la cristallographie. Il ne croit pas même qu'il fût impossible d'expliquer le défaut d'accord qui semblerait exister entre elles, dans le cas où l'analyse chimique aurait démontré, d'une manière évidente, une diversité de nature entre quelques-unes des substances citées, et il propose une explication qui semble être indiquée par l'analogie de plusieurs autres substances, dont les molécules intégrantes, très-distinguées par leur nature, ont absolument la même forme.

Mais je me permettrai de répondre que cette explication ne serait pas admissible dans le cas présent. Pour le prouver, je partirai d'une idée qui me paraît très-naturelle ; c'est que les molécules élémentaires ont des formes déterminées comme les molécules intégrantes, en sorte que c'est de leur arrangement symétrique que résultent les formes de ces dernières. Or, on conçoit bien comment des molécules élémentaires, différentes par leur nature et leur configuration, peuvent, par des combinaisons variées, donner naissance à une même forme de molécule intégrante. Mais celles du pyroxène, de la sahlite, du diopside, etc., sont les mêmes quant à leurs qualités, et ne diffèrent que par leurs quantités respectives. Chacune de ces substances est com-

posée de silice, de chaux, de magnésie, d'alumine, d'oxide de fer et d'oxide de manganèse. Il faut excepter la mussite qui n'a point donné d'alumine. Mais ce principe dont la quantité n'est que de 1, 5 dans la coccolithe, et ne va guères au-dela de 3 dans les autres substances, pourrait bien être purement accidentel; et d'ailleurs, il resterait toutes ces dernières substances, qui seraient identiques par la nature de leurs élémens.

Or, puisque la forme de la molécule est la même dans toutes ces substances, il en résulte que la quantité des élémens communs, dont elle est l'assemblage, conserve entre elles le même rapport. Car, si l'on suppose qu'une ou deux de ces quantités soient plus grandes ou plus petites dans la molécule, par exemple, de la sahlite, que dans celle du pyroxène, elles n'auront plus la même relation avec les autres quantités; le compartiment que présentait l'ordre de la structure se trouvera changé, et ne pourra plus s'arranger symétriquement dans la même forme, comme dans un moule commun; et si l'on suppose de plus que la nouvelle forme soit encore symétrique, comme cela devrait être, le rapport entre ses dimensions n'étant plus le même, les formes secondaires qui en dériveront porteront le caractère d'un système différent de cristallisation (1).

(1) Je me propose de publier dans la suite un mémoire où je prouverai que les formes des molécules intégrantes, marquées d'un caractère particulier de symétrie, et qui doivent être regardées comme autant de limites, telles que le cube, le tétraèdre régulier, etc., sont les seules qui puissent être communes à des minéraux de nature différente.

L'observation prouve au contraire que ce caractère est constant dans toutes les substances citées, et ainsi je pense qu'il faut en revenir à l'opinion que la cristallographie a dit ce qu'elle devait dire, relativement à la question présente, et que c'est la chimie qui a besoin d'être interrogée de nouveau par l'expérience. Mais, quoi qu'il arrive, tout concourt à nous persuader que les deux sciences ne renferment en elles-mêmes aucune cause de divergence; qu'en marchant par des routes différentes, elles doivent arriver toujours aux mêmes vérités, et que la perfection d'une méthode minéralogique où elles soient par-tout en harmonie l'une avec l'autre, dépend uniquement de la condition, que l'exactitude et la précision de leurs résultats ne laissent plus rien à désirer.

MÉMOIRE

SUR

LA NATURE ET LE GISEMENT DU GYPSE DE BEX ET DES TERRAINS ENVIRONNANS,

Lu le 28 juillet 1818 à la Société Helvétique des Sciences naturelles assemblée à Lausanne;

PAR JOHANN DE CHARPENTIER,

DIRECTEUR DES MINES DU CANTON DE VAUD.

L'UNE des roches les plus intéressantes qui entrent dans la composition des montagnes du canton de Vaud et sur le gisement de laquelle les géognostes ont encore le plus de doutes, est sans contredit le gypse que l'on trouve au nord et au sud de la haute chaîne septentrionale des Alpes (1).

Les environs de Bex sont formés en partie de ce gypse; et c'est dans cette contrée que j'ai

(1) On distingue communément en Suisse deux chaînes dans les Alpes: l'une méridionale, qui est la chaîne centrale, sépare la Suisse de l'Italie; l'autre, septentrionale, se trouve placée entre le Valais et les cantons de Fribourg, de Berne, etc., depuis le lac de Genève jusqu'au Saint-Gothard, où elle se rattache à la chaîne centrale. Cette seconde chaîne ne peut être considérée à part que géographiquement; car elle se lie par une foule de rapports géologiques à la première, dont elle n'est séparée que par le Valais ou la vallée *longitudinale* où coule le Rhône, et on peut la regarder comme faisant partie du versant septentrional de la chaîne centrale.

recueilli les observations qui sont la base de ce mémoire; car le temps ne me permettrait pas d'y joindre celles que j'ai eu occasion de faire sur ce genre de roche dans d'autres parties du canton de Vaud, et dans ceux de Berne et du Valais; mais je les réserve pour un travail plus étendu sur ce même objet, que j'aurai quelque jour l'honneur de soumettre à la Société. Dans celui-ci, je vais tâcher de faire connaître la nature de nos gypses et celle des roches qui les accompagnent; j'exposerai aussi les idées que j'ai prises sur leur gisement, telles qu'elles m'ont paru résulter de l'ensemble des faits.

Je n'ose espérer parvenir à lever tous les doutes et à fixer l'opinion des géologistes; mais je recueillerai le prix de mon travail si le précis que je vais en donner pouvait déterminer quelques savans, plus éclairés que moi, à venir vérifier mes observations; je serais heureux de leur servir de guide, et le fruit que je retirerais de leurs lumières me serait infiniment précieux pour les recherches ultérieures, que je me propose de faire encore sur cet objet.

Pour mieux comprendre les différentes indications géologiques qui vont être données, il est nécessaire de les suivre sur la carte ci-jointe (Pl. VI), sur laquelle j'ai marqué la plus grande partie des lieux dont j'aurai à parler. Elle est accompagnée de deux coupes qui font voir la position des couches de gypse, telle qu'elle résulte de mes observations et relèvemens tant à la surface du sol que dans les travaux souterrains. Les places où le gypse se montre à la surface sont distinguées sur la carte par des traits parallèles diri-

gés diagonalement et enfermés par des lignes en points. Le même mode d'indication est suivi dans les deux coupes. Le gypse de Bex ne constitue pas à lui seul un terrain indépendant, résultat d'une formation particulière; au contraire, il fait partie d'un terrain de transition, principalement calcaire, dans lequel il se trouve intercalé en couches subordonnées et fort épaisses.

Au sud-est de Bex, un peu au-delà de *Lavey* et de *Saint-Maurice*, on voit ce terrain de transition reposer immédiatement sur le terrain primitif qui forme en cet endroit une protubérance fort large, mais peu élevée, recouverte en grande partie par les roches de transition qui constituent la base de la *dent du Midi* et de la *dent de Morcle*. Cette masse primitive serait restée complétement cachée, si le Rhône n'avait rompu, entre *Martigny* et *Saint-Maurice*, la haute chaîne septentrionale, en y creusant une tranchée large et profonde.

Cette protubérance primitive est composée principalement d'un granite à très-petits grains contenant fort peu de quarz; quand le feldspath y est très-abondant, il passe à l'état de feldspath compacte (pétrosilex de Saussure), ou même à l'état de porphyre. Dans d'autres cas, lorsque le mica domine, cette roche passe au gneiss et même au schiste micacé. La roche primitive la plus voisine du terrain de transition de Bex, est une variété de gneiss, qui contient très-peu de quarz, et dont le feldspath, le plus souvent compacte et d'un rouge de chair, au lieu de former avec le mica des feuillets, présente plutôt des couches fort minces, séparées les unes des autres par un simple enduit de mica, ou de talc rougeâtre ou

verdâtre. Quelquefois c'est le mica qui domine, et la roche prend les caractères d'un schiste micacé à courts feuillets, qui ne se distingue du vrai schiste micacé que par l'absence du quarz, lequel est remplacé par du feldspath, rarement par de l'amphibole.

Il serait superflu de m'étendre davantage ici sur les nombreuses variétés de ces roches; leur direction est de l'ouest à l'est, et leur inclinaison au sud; tandis que le terrain de transition qui leur est superposé au nord, s'incline vers le nord, et par conséquent leur est superposé en *stratification non parallèle*.

Le terrain de transition des environs de Bex consiste principalement en roches calcaires. Les autres roches intermédiaires qui entrent dans sa composition en couches de différente épaisseur, sont intercalées dans le calcaire. Cependant ce calcaire de transition ne repose pas immédiatement sur le terrain primitif; il en est séparé par un grès formé de petits fragmens, légèrement arrondis, de quarz et de feldspath, agglutinés par un ciment argileux à peine visible. Le quarz ainsi que le feldspath sont rougeâtres, jaunâtres ou verdâtres; l'acide nitrique y fait reconnaître la présence d'un peu de chaux carbonatée.

Ce grès, que l'on peut considérer, à cause de son gisement, comme une variété de grauwacke, forme une couche d'environ 30 pieds d'épaisseur. J'ignore si elle a une grande étendue en longueur et profondeur, parce que la conformation extérieure de la montagne s'oppose à cette recherche.

Le calcaire qui repose immédiatement sur ce

grès a une pâte fine et une cassure conchoïde ; il est le plus souvent d'un noir grisâtre, rarement blanc rougeâtre, veiné de gris. On en trouve aussi dont la pâte est plus grossière, la cassure inégale et presque grenue, et dont la couleur est un gris rougeâtre ou verdâtre ; ce qui est dû à un mélange de très-petites lames de talc ou de mica.

Auprès du pont de Saint-Maurice, cette roche présente une variété fort remarquable ; c'est un assemblage de petit grains arrondis de calcaire compacte, d'un gris foncé, agglutinés par un ciment calcaire très-abondant, et passant, le plus souvent, à l'état de spath calcaire, ou de calcaire saccharoïde. Le ciment est plus suscéptible de s'altérer que les grains qu'il agglutine ; il devient d'un blanc sale, et c'est principalement dans les échantillons où cette altération a lieu, que l'on peut le mieux reconnaître la structure de cette roche, sur le mode de formation de laquelle je n'oserais hasarder aucune conjecture : on est souvent tenté de la regarder comme une brèche calcaire ; mais, dans d'autres cas, on serait porté à la considérer plutôt comme une roche analogue à l'oolithe.

Ce calcaire renferme fréquemment des feuillets de schiste argileux. Ils sont tantôt parfaitement plans, fort étendus, et d'une épaisseur égale, quoique peu considérable, tantôt contournés et peu étendus ; les premiers se rencontrent beaucoup plus fréquemment ; ils alternent avec des feuillets semblables de calcaire. Dans cet état, la roche ressemble d'une manière frappante à l'ardoise ; et en effet on l'emploie depuis quelque temps, comme ardoise, dans les environs de Bex ; on l'exploite dans le quartier de montagne dit *le*

Peppey dessous les Monts de Châtel. J'observerai, à cette occasion, qu'une grande partie des ardoises et en général des schistes argileux et des grauwackes schisteuses des Alpes, ne sont qu'un assemblage de feuillets minces alternatifs de schiste argileux et de calcaire.

Le calcaire dont on vient de parler, renferme très-peu de corps organisés. Ceux que j'y ai remarqués sont des bélemnites; il est aussi très-vraisemblable que les noyaux calcaires, entourés d'un enduit de spath calcaire, qui, sur la cassure fraîche de la roche, présentent des lignes blanches circulaires ou ovales, ne sont autre chose que des coquilles bivalves, ou des échinites. Cette roche ne renferme aucune substance étrangère, à l'exception d'un peu de fer sulfuré et de quelques roguons de schiste siliceux, passant au quarz pyromaque. Ce calcaire forme une immense couche qui est divisée en strates de 1 à 5 pieds d'épaisseur. C'est cette couche qui constitue les roches de *Lavey*, de *Saint-Maurice*, de *Sousvent*, de *Saint-Triphon* et du *Chatel d'Aigle;* elle est presque horizontale; seulement auprès de *Lavey* et de *Saint-Maurice* elle s'incline légèrement au nord, et auprès d'*Aigle* son inclinaison est plus forte, et dans un sens opposé, c'est-à-dire au sud.

Sur cette couche repose un autre calcaire, qui ne diffère du précédent qu'en ce qu'il paraît être beaucoup plus argileux, ce qui m'a conduit à le distinguer sous le nom de *calcaire argileux.*

Cependant ces deux roches appartiennent à la même formation. Il existe non-seulement un passage de l'une à l'autre, mais on rencontre même des strates de l'une de ces variétés intercalés dans l'autre.

Ce calcaire argileux ne présente que deux variétés : l'une est compacte, d'un noir grisâtre, rarement d'un gris cendré ; l'autre est schisteuse, et d'une couleur en général plus claire. Cette roche contient beaucoup d'argile, intimement mêlée avec la chaux carbonatée. C'est à cette argile qu'il faut attribuer la lenteur de l'effervescence qu'elle produit avec les acides, et son altération prompte lorsqu'elle est exposée à l'influence de l'atmosphère. La variété schisteuse, contenant le plus d'argile et renfermant presque toujours du fer sulfuré, disséminé en parties extrêmement fines, s'altère et se décompose plus promptement. Rarement l'argile est remplacée par la silice. Quand la silice domine, il en résulte une roche compacte à cassure conchoïde, d'un éclat gras, fort dure, verdâtre, ressemblant tout-à-fait au quarz compacte ; cependant, réduite en poussière, elle fait encore effervescence avec les acides. Jen'ai trouvé cette variété qu'auprès des salines des *Devens*, dans le lieu dit le *Pas de la Feja*. Elle y forme des couches courtes et épaisses, séparées les unes des autres par des couches contournées de schiste argileux et de calcaire schisteux.

Le calcaire argileux contient quelquefois des corps marins. Ceux que j'ai observés sont des bélemnites et des ammonites. C'est dans cette roche que le gypse de Bex se rencontre en couches subordonnées. Mais avant d'entrer dans les détails de son gisement, il convient d'indiquer toutes les couches étrangères que j'ai observées dans le calcaire argileux. Ces couches sont :

1). Du *gypse*, dont nous donnerons plus bas la description.

2). Une *brèche calcaire*, ou plutôt une roche agglomérée se rapportant tantôt à la brèche, tantôt au poudingue. Elle est composée de fragmens légèrement arrondis, petits ou de moyenne grosseur, de calcaire compacte, de granite, de schiste micacé, de schiste talqueux et de quarz, agglutinés par un ciment calcaire, rarement par du schiste argileux. Cette roche est assez rare; je ne l'ai observée qu'au *Pas de la Feja*, à *Antaigne*, et au *Dard*, dans la vallée de la *Grande-Eau*.

3). Une *grauwacke*, à très-petits grains, ordinairement d'un gris foncé, rarement verdâtre, contenant tantôt des feuillets courts de schiste argileux, tantôt beaucoup de parties calcaires.

4). Enfin un *schiste argileux* déterminé, qui se rencontre en couches contournées ordinairement assez minces et peu étendues. Le calcaire argileux, principalement la variété compacte, est fréquemment traversé par de petits filons de spath calcaire. Ces filons ont quelquefois de 8 à 10 pouces d'épaisseur, et contiennent des cavités, dont les parois sont recouvertes par des cristaux calcaires, qui se rapportent ordinairement au rhomboïde primitif. Ils renferment rarement du *fer sulfuré*, du *plomb sulfuré* et du *zinc sulfuré*. Cette dernière substance est ordinairement d'un rouge jaunâtre.

Quant au *fer sulfuré*, ce n'est pas seulement dans ces filons qu'il se rencontre au milieu du calcaire argileux; il est aussi fréquemment disséminé dans la roche, et y forme même quelquefois des veines, dont l'épaisseur varie depuis 1 ligne jusqu'à 6 pouces. Ces veines se trouvent principalement dans le calcaire schis-

teux, qui dans le voisinage des pyrites est ordinairement fort carburé, et si abondant en argile, qu'il passe le plus souvent à l'état de *schiste argileux carburé*.

Revenons maintenant au gypse, que nous avons déjà dit être subordonné au calcaire argileux. Ce n'est pas seulement à Bex que j'ai constaté ce gisement du gypse; tous les dépôts de gypse que j'ai observés au nord de la chaîne septentrionale des Alpes, et une partie de ceux qui existent au sud de cette même chaîne, sont intercalés dans le calcaire argileux en forme de couches, fort épaisses relativement à leur longueur, et font par conséquent partie du terrain de transition. Tout le gypse de Bex, et vraisemblablement la majeure partie des gypses de la Suisse, à l'exception de ceux que l'on trouve au Jura et dans le terrain de grès, entre le Jura et les Alpes, sont principalement de la *chaux anhydro-sulfatée*, ou, pour me servir d'un nom plus court, de l'*anhydrite*. La *chaux sulfatée ordinaire*, que je nommerai *gypse hydraté*, et qui se distingue du précédent par sa cristallisation et par sa composition chimique, ne se trouve qu'en petite quantité dans l'anhydrite, soit disséminée en parties fines ou de moyenne grosseur, soit engagée en forme de rognons, de veines, ou de couches courtes et épaisses. Mais les masses d'anhydrites nous présentent souvent une quantité beaucoup plus considérable de *gypse hydraté* d'une autre sorte, produit par une altération remarquable qu'elles éprouvent par l'influence atmosphérique.

Cette altération consiste en ce que l'anhydrite se combine avec de l'eau, et devient propre

à fournir du plâtre par la cuisson, en se changeant en *gypse hydraté épigène* (*chaux sulfatée épigène*), qu'il ne faut point confondre avec le *gypse hydraté ordinaire*, comme il sera dit plus bas.

Le gypse de transition est donc caractérisé, non-seulement par son gisement, mais encore par sa composition, en ce que sa masse principale est de l'*anhydrite*, ou du *gypse hydraté épigène*, tandis que les terrains de gypse secondaire sont formés principalement de gypse hydraté, dans lequel on ne rencontre l'anhydrite que rarement et en petite quantité, soit disséminée, soit en rognons ou en couches courtes et épaisses. Cette observation a été déjà faite par M. Lardy sur le gypse du Mont Cénis, qui, d'après ce savant minéralogiste, est également de la chaux sulfatée épigène. Je reviendrai plus bas sur cet objet intéressant.

L'anhydrite de nos environs présente peu de variétés. La plus commune est à très-petits grains, d'un gris de fumée, ou d'un gris de cendre plus ou moins foncé, ou à grains de moyenne grosseur d'un blanc grisâtre ou verdâtre. Celle dont la couleur est d'un rouge de chair pâle ne se rencontre jamais en grandes masses, et est ordinairement mêlée d'argile endurcie, verdâtre ou rougeâtre. L'anhydrite laminaire ou le *wurfelspath* de Werner est assez commun. Il est ordinairement d'un blanc rougeâtre, tirant un peu sur le violet, fort rarement d'un rouge de brique foncé. Il est quelquefois mêlé de gypse laminaire ou de sélénite, ce qui le rend chatoyant. Il ne se rencontre pas en grandes masses, mais seulement disséminé,

ou en veines courtes et épaisses, très-souvent en filons irréguliers et peu étendus, non-seulement dans l'anhydrite gris à petits grains, mais aussi dans toutes les autres roches subordonnées à l'anhydrite, et dont je parlerai plus bas.

L'anhydrite contient très-peu de substances étrangères. Celles que j'y ai observées sont du fer *sulfuré* et de la *soude muriatée*. Le talc et le mica, si communs dans la plupart des gypses du Valais, dont le gisement a été exactement décrit par M. Brochant de Villiers, dans son *Mémoire sur les terrains de gypse ancien des Alpes*, inséré dans le 2e. volume des *Annales des Mines*, manque totalement dans l'anhydrite de Bex. Le *fer sulfuré* s'y rencontre rarement; il est toujours disséminé en parties fines. On le trouve principalement dans le voisinage du calcaire argileux, qui, comme il a été dit plus haut, renferme fréquemment cette substance.

La *soude muriatée*, ou le sel gemme, est beaucoup plus fréquente dans l'anhydrite que le fer sulfuré. Il est ordinairement disséminé dans cette roche en parties si fines qu'on ne peut pas les reconnaître à l'œil, mais seulement au goût salé qu'elles communiquent à la poussière de la pierre. Quelquefois le sel se présente en masses plus grandes, ordinairement mêlé avec de l'anhydrite laminaire, et ces deux substances sont tellement entrelacées l'une dans l'autre, qu'on ne peut pas douter que leurs formations n'aient été contemporaines. Le sel se rencontre, non-seulement dans l'anhydrite, mais aussi dans une roche subordonnée à l'anhydrite, et dont je parlerai plus bas. C'est même dans cette dernière roche

qu'on le trouve en plus grand volume et le plus fréquemment.

L'anhydrite renferme plusieurs couches étrangères. On va voir qu'elles ont presque toutes une très-grande analogie avec le calcaire argileux et avec les roches qui lui sont subordonnées, ce qui concourt encore à prouver l'identité de formation entre le calcaire argileux et l'anhydrite. Ces roches sont : 1°. du *gypse hydraté ordinaire;* 2°. du *calcaire compacte ;* 3°. du *schiste argileux* et de la *grauwacke;* 4°. une *brèche* à fragmens calcaires.

Nous allons nous arrêter un moment sur chacune de ces roches.

1°. Le *gypse hydraté ordinaire* se rencontre en masses grenues, rarement à petits grains, affectant une texture lamelleuse, passant à l'écailleuse. Le plus souvent ces masses sont composées de gros grains, allongés, parfaitement lamelleux, se croisant en différens sens, et dont les intervalles sont remplis par du gypse presque compacte, sali d'argile, de manière que cette roche offre un assemblage de lames épaisses de sélénite agglutinées par du gypse compacte argileux. Au reste, ce gypse renferme toujours beaucoup de fragmens d'argile endurcie, de calcaire compacte et de quarz. Parmi ces grains de quarz on remarque souvent des cristaux d'un gris de fumée pâle se rapportant à la variété *prismée,* et qui par la fraîcheur et la parfaite conservation de leurs arêtes prouvent que leur formation n'est pas antérieure à celle de la roche. L'abondance de ces fragmens d'argile endurcie au milieu du gypse hydraté est assez remar-

quable; on est tenté de présumer que c'est l'eau dont ces substances argileuses ont dû rester longtemps imbibées, qui a sollicité la dissolution gypseuse à produire autour d'elles plutôt du gypse hydraté que de l'anhydrite, comme dans la plus grande partie de la même formation. Ces masses grenues à gros grains de gypse hydraté présentent quelquefois des cavités, et c'est sur les parois de ces cavités que l'on recueille ces superbes cristaux de chaux sulfatée, si recherchés des minéralogistes par leur extrême limpidité, souvent aussi par leurs grandes dimensions, et dans lesquels MM. Jurine et Soret ont découvert un grand nombre de formes nouvelles, qu'ils ont décrites dans la 4e. livraison des *Annales des Mines*, pour 1817.

Ces cristaux sont d'autant plus beaux que les masses de gypse à gros grains, dont ils tapissent les cavités, contiennent une plus grande quantité de fragmens calcaires et argileux. Ce fait est une nouvelle preuve de l'influence des mélanges mécaniques sur la perfection et la beauté des formes cristallines des substances qui se sont cristallisées au milieu d'eux, ou dans leur voisinage, ce dont on connaît déjà un assez grand nombre d'exemples.

Le gypse hydraté n'est pas commun dans notre anhydrite. Il y forme des couches courtes et épaisses, des veines irrégulières et des rognons, ou bien il est disséminé dans cette roche en petites parties, qui tendent quelquefois à prendre une forme régulière.

2o. Le *calcaire compacte*, qui est en couches étrangères dans l'anhydrite, a la plus grande analogie avec le calcaire argileux, auquel l'anhy-

drite est lui-même subordonné. Il n'en diffère que par l'absence plus ou moins complète du carbone libre, de manière que sa couleur est ordinairement d'un gris clair, plus rarement d'un rouge brunâtre avec des taches vertes. Cependant on en trouve quelquefois qui est complétement semblable au calcaire argileux, étant comme lui d'un gris noirâtre, et contenant même le carbone à l'état d'anthracite. Cette substance s'y trouve en forme d'enduit ou de croûtes noires fort minces, lisses et d'un éclat demi-métallique, sur les parois des fissures accidentelles dont cette roche est ordinairement traversée. Ce calcaire renferme fréquemment des petits filons de spath calcaire, ce qui complète sa ressemblance avec le calcaire argileux compacte.

Indépendamment de l'argile, cette roche est mélangée d'une assez grande quantité de silice, qui la rend plus dure que ne l'est ordinairement la pierre calcaire compacte. D'après les expériences de M. Struve, elle renferme aussi de la magnésie. Sa dureté et la finesse de sa pâte ont engagé nos mineurs à en faire des pierres à rasoirs, qui sont quelquefois d'une très-bonne qualité. C'est également à son mélange avec l'argile et la silice qu'il faut attribuer le peu d'effervescence qu'elle produit avec l'acide nitrique.

Les petits filons de spath calcaire qui traversent fréquemment en tous sens ce calcaire, comme je viens de le dire, contiennent du soufre, quoique assez rarement. Cependant auprès de la saline du *Bexvieux*, dans le lieu nommé *Sublin*, on remarque une couche puissante de ce calcaire mêlé de beaucoup d'anhydrite et d'un peu de gypse hydraté, et traversée

par une quantité immense de petits filons de spath calcaire, dans lesquels le soufre est tantôt disséminé, tantôt appliqué en forme d'enduit sur les parois des fissures; ou bien il s'y rencontre en masse, remplissant des cavités dont les parois sont recouvertes de beaux cristaux de spath calcaire de la variété *métastatique*, et qui, lorsqu'on les brise, répandent une forte odeur d'hydro-sulfure. Ce soufre de *Sublin* a été exploité pendant quelque temps. Le calcaire compacte est très-abondant dans l'anhydrite; il y forme non-seulement des rognons et des veines, mais aussi des couches courtes et épaisses. On en trouve dont l'épaisseur est de 60 à 100 pieds.

3°. La troisième roche subordonnée à l'anhydrite est un *schiste argileux* sablonneux, qui prend le plus souvent les caractères de la *grauwacke schisteuse*. Sa couleur est ordinairement un gris verdâtre plus ou moins foncé; il est à feuillets épais, mais parfaitement plans. Sa texture schisteuse disparaît quelquefois, et il en résulte une roche arénacée à très-petits grains d'un vert clair, qui a les plus grands rapports avec la grauwacke verdâtre que l'on trouve dans le calcaire argileux, auquel l'anhydrite est subordonné. Elle est ordinairement dure, mais elle s'altère promptement dès qu'elle éprouve l'influence de l'atmosphère. Souvent enfin ce schiste passe à l'état de l'argile endurcie, sans cependant être susceptible de se détremper dans l'eau. Il se sépare facilement en pièces tessulaires ou cunéiformes, dont les faces de séparation sont lisses et éclatantes.

Cette roche est remarquable par le sel gemme qu'elle renferme fréquemment. Le sel y est non-seulement disséminé, mais on le trouve en

forme de veines et de rognons, ou de filons de 7 à 8 pouces d'épaisseur. Il est ordinairement granulaire, rarement fibreux, d'un rouge jaunâtre très-pâle, ou d'un blanc grisâtre. C'est probablement à la présence de ce sel gemme qu'on doit attribuer la facilité et la promptitude avec laquelle ce schiste s'altère et se décompose à l'air. Ce schiste argileux avec ses variétés nombreuses se rencontre ordinairement en nids ou rognons, ou bien en couches courtes et épaisses. La couche la plus considérable de cette roche est dans la mine du *Fondement*. Elle y est connue sous le nom de *cylindre;* c'est d'elle que sortent nos sources salées principales. Cependant on trouve également des eaux salées dans l'anhydrite, dans le calcaire compacte, et même dans le calcaire argileux; mais ces dernières sont toujours faibles en salure, et se rencontrent toujours dans le voisinage de l'anhydrite.

4°. Enfin la quatrième roche qui forme des couches dans l'anhydrite est une roche agglomérée composée de fragmens de calcaire compacte et d'argile endurcie, agglutinée par de l'anhydrite à petits grains. Cette *brèche à fragmens calcaires* ne diffère de l'autre brèche calcaire (que nous avons décrite ci-dessus, comme étant intercalée dans le calcaire argileux), que par son ciment et par l'absence de fragmens de roches feldspathiques. Elle est très-fréquente dans l'anhydrite, et y forme des couches assez régulières dont l'épaisseur varie depuis un pouce jusqu'à plusieurs pieds.

Les roches subordonnées à l'anhydrite sont donc, ainsi qu'on vient de le voir, extrêmement analogues à celles qui sont intercalées dans le

calcaire argileux de transition et à ce calcaire lui-même ; et on ne peut se refuser à tirer de cette ressemblance une très-forte présomption en faveur de l'identité de leur formation.

L'anhydrite, lorsqu'il est exposé à toutes les variations atmosphériques, éprouve une altération et un changement bien remarquables dans sa structure et même dans sa nature ; l'influence de l'air et de l'humidité sur cette roche devient sensible en très-peu de temps ; et on l'observe journellement sur les débris d'anhydrite que l'on sort de nos travaux souterrains et que l'on jette en tas devant l'entrée de nos galeries. Déjà au bout de sept à huit jours l'anhydrite commence à blanchir, à perdre de son éclat et de sa dureté ; il devient plus fragile ; les parties dont la réunion composaient les blocs se désagrègent, et bientôt toute la masse se change en une poussière, qui d'abord est assez grossière, mais qui à la longue devient extrêmement fine. On conçoit que ces amas pulvérulens sont facilement entraînés par les eaux ; mais une grande partie échappe à leur action, et alors ils se solidifient de nouveau, et constituent des masses gypseuses compactes, susceptibles d'être converties en plâtre par la calcination. Tout l'anhydrite ne s'altère pas d'une manière égale ; celui qui contient le plus de sel ou d'argile se décompose plus vite ; enfin pour que cette altération soit plus prompte et plus complète, il faut que l'anhydrite soit exposé à l'alternative du froid et du chaud, de l'humidité et de la sécheresse ; car les débris d'anhydrite, que nous laissons dans nos mines où ils sont, il est vrai, constamment à l'humidité, mais dans un air dont la

température ne change pas beaucoup, restent pendant fort long-temps à l'état de parfaite conservation. Cette altération de l'anhydrite a lieu également dans les rochers qui se présentent au jour, mais avec moins d'intensité. La pression que toutes les parties éprouvent mutuellement à raison de leur poids, empêche qu'elles ne se désagrègent complétement, et ne se réduisent en sable; elles ne font que se fendiller et s'écarter l'une de l'autre; mais l'eau venant à s'introduire dans les petites fissures qui se sont ainsi formées dans les masses de l'anhydrite, et en se combinant avec ce qu'elle n'entraîne pas, elle le change partie en *gypse hydraté épigène*, et le rend susceptible d'être converti en plâtre. Cette désagrégation des particules des roches d'anhydrite et l'absorption d'eau qui en est la suite, produisent un effet très-marqué sur tout l'ensemble des caractères de cette substance. Sa couleur grise se change en blanc, qui quelquefois est d'une grande pureté; sa transparence diminue beaucoup ainsi que son éclat; la cassure est beaucoup moins distinctement lamelleuse, et devient même souvent terreuse; la roche perd en dureté et gagne en tenacité; elle se gonfle, les strates se délitent et se contournent, sans cependant se briser ou se rompre; il s'en élève des croûtes bombées, semblables à ces boursouflures que l'on remarque sur le pain cuit trop rapidement. Ce gonflement de l'anhydrite est très-sensible dans les anciennes galeries poussées dans cette roche; on y trouve des boursoufflures qui forment une saillie si considérable sur les parois de la galerie, qu'elles obstruent presque le passage. Quoique cette altération change sin-

gulièrement l'aspect de la roche, on peut néanmoins le plus souvent reconnaître encore de quelle variété d'anhydrite provient chaque variété de gypse hydraté épigène. Ce fait s'observe le plus facilement dans le gypse hydraté épigène qui résulte de l'anhydrite laminaire, dont le clivage rectangulaire, toujours bien prononcé, se conserve même dans cet état d'altération. On trouve même des échantillons dans lesquels on peut suivre à l'œil ce changement de l'anhydrite en gypse hydraté épigène. Il résulte de la propriété qu'a l'anhydrite de se changer en chaux sulfatée épigène, par l'alternative de l'humidité et de la sécheresse, du chaud et du froid, que tout notre gypse est à l'état de gypse hydraté épigène, à la surface du terrain, ou bien quand il n'est recouvert que par du gazon ou par des rochers de transport. On ne le rencontre à l'état d'anhydrite que dans l'intérieur de la montagne, et aussi dans des lieux escarpés, où les éboulemens découvrent sans cesse son intérieur, comme à *Sublin*, au *Bouillet* et en quelques autres endroits. Dans toutes les galeries que nous avons poussées depuis le jour dans le gypse, nous avons observé que cette roche était du gypse hydraté épigène à la surface du terrain, et jusqu'à 60 et même 100 pieds du jour ; il est superflu d'observer que cette altération a lieu non-seulement sur des strates différens, mais sur le prolongement d'un même strate. Au contraire, dans l'intérieur de la montagne, au-delà des distances du jour qui viennent d'être indiquées, on n'a jamais trouvé de gypse hydraté épigène. J'avais cru, il est vrai, pendant long-temps, que le gypse hydraté, qui se rencontre en petite

quantité dans l'anhydrite de la galerie de *Bouillet*, attenant au calcaire argileux, était de la chaux sulfatée épigène; mais un nouvel examen de cette roche m'a convaincu que je m'étais trompé, et qu'elle n'est que du gypse hydraté ordinaire à très-petits grains.

Notre pierre à plâtre, ainsi que peut-être toutes celles des Alpes, n'étant qu'un anhydrite qui, par l'influence atmosphérique, s'est combiné avec de l'eau, renferme également toutes les roches que l'on trouve dans l'anhydrite, et qui toutes se ressentent plus ou moins de l'altération de la roche qui les environne. Ainsi on observe, dans notre gypse hydraté épigène, des veines, des rognons, et des parties disséminées de gypse hydraté ordinaire ou de sélénite; du calcaire compacte; du schiste argileux passant à l'état d'argile endurcie; de la grauwacke schisteuse verdâtre; de l'argile verte qui accompagne le gypse hydraté épigène rougeâtre, comme elle se trouve également avec l'anhydrite rougeâtre; enfin on y trouve cette même brèche à fragmens calcaires dont le ciment est du gypse hydraté épigène.

Le gypse des environs de Bex et le calcaire argileux qui le renferme sont fréquemment traversés par des fissures ou des fentes vides accidentelles très-peu ouvertes. Les travaux souterrains ont fait reconnaître que ces fentes sont quelquefois remplies d'un mélange de gaz hydrogène sulfuré et de gaz hydrogène carboné. Lorsque les ouvriers ont percé une de ces fentes, le gaz se dégage avec un bruit assez violent, et s'allume à l'approche d'une lampe avec une grande vivacité. Le 11 du mois de mai

1818, nous avons rencontré par les travaux de la galerie du *Bouillet* une de ces fentes, à peine de 2 à 3 lignes de largeur, de laquelle sortait un peu d'eau faiblement salée, et en même temps une telle quantité de gaz hydrogène, principalement carboné, qu'on pouvait entendre le bruit de ce dégagement d'air à la distance de plus de 800 pieds. Lorsqu'on l'allumait, il produisait une flamme jaune bien colorée, dont la hauteur variait depuis 6 pouces jusques à 5 pieds, selon que le dégagement était plus ou moins fort. Au bout de huit jours ce dégagement d'air a beaucoup diminué. Cependant, le 12 juin, il en sortait encore suffisamment pour prendre feu à l'approche d'une lampe. Toutes nos eaux salées contiennent du gaz hydrogène sulfuré, et ordinairement, celles qui en sont le plus chargées sont celles qui sont les plus faibles en salure. Elles déposent assez fréquemment un mélange de soufre, de chaux carbonatée, et de chaux sulfatée en forme stalactite, auxquels M. Haüy a donné le nom de *soufre thermogène*, c'est-à-dire, déposé par les eaux thermales; je dois cependant observer que les eaux qui produisent ce dépôt sont froides comme toutes nos eaux salées.

Le sol et les parois de plusieurs de nos galeries anciennes sont recouverts par une autre variété de stalactites, que l'on prendrait au premier abord pour de l'*arragonite*, mais qui cependant n'est que de la chaux carbonatée fibreuse, à fibres très-fines.

Nous avons fait voir que le gypse de Bex est intercalé dans le calcaire argileux de transition; mais leur association et l'identité de leur formation sont encore prouvées par les caractères

suivans ; par-tout où l'on peut observer la face de contact ou le délit des deux roches, on remarque qu'elles sont adhérentes l'une à l'autre. Le calcaire qui touche immédiatement l'anhydrite est ordinairement schisteux, argileux, et chargé de carbone. Quand le calcaire contient du fer sulfuré ou du plomb sulfuré, l'anhydrite le plus voisin en contient également. Enfin les strates des deux roches sont toujours parfaitement parallèles entre eux et au délit.

Le gypse de Bex, en excluant celui d'*Ivorne* et de *Villeneuve*, forme deux couches fort étendues et d'une très-grande épaisseur. Il est même fort remarquable que cette roche ne se rencontre pas en couches minces, comme tant d'autres roches, ni à Bex, ni dans les autres contrées de la Suisse où je l'ai observée. Ses couches sont divisées en strates depuis quelques pouces jusqu'à 3 pieds d'épaisseur. Leur direction et leur inclinaison sont en général parallèles à celles de la couche entière ; néanmoins ils présentent partiellement des sinuosités et des inflexions très-singulières et très-variées, que la masse entière ne partage point avec eux.

La couche inférieure ou la plus basse, que je nommerai *la couche du Bouillet*, parce qu'une partie de la galerie de ce nom se trouve dans cette couche de gypse, est la plus étendue. Elle est presque horizontale, comme le calcaire qui la supporte ; seulement au sud, dans le voisinage des montagnes qui dominent Bex au sud-est, elle s'incline légèrement au nord ; et du côté du nord auprès du *Chatel d'Aigle à Panex* et à *Plambuit* elle s'incline contre le sud, exactement comme le calcaire qui la supporte. Sa partie oc-

cidentale a été mise à découvert par la destruction complète du calcaire qui la recouvrait. C'est cette couche qui forme le sol sur lequel sont situés, le village de Bex, tout le *Montet*, les rives de l'*Avançon*, depuis le *Roc de Beaume* jusques au-delà de la Peffeyre; le sol de *Gryon*, de la *Posse*, de *Fenalet* et en général toute l'extrémité occidentale des montagnes qui séparent la vallée de l'*Avançon* de celle de la *Gryonne*. Ce gypse continue de là au nord en formant l'entrée de la Vallée de la Gryonne, une partie des environs d'*Antaigne*, des *Fontaines*, de *Wuilly*, de la *Poussaz*, d'*Ollon*, de *Panex*, et ensuite continue par *Plambuit* et *Fontainaz-Salayaz* vers les Ormonts. Toute la mine de *Panex* et la partie antérieure de celle du *Bouillet* se trouvent dans cette couche. On peut très-bien observer la superposition de cette puissante couche sur le calcaire de transition au pied du *Montet* près de *Bexvieux* sur la rive droite de l'*Avançon*, dans les vignes *d'Antaignes* au-dessus des moulins de *Salaz*, au *Châtel* d'*Aigle*, au revers septentrional de la montagne de *Gleivaz*, et à *Plambuit*.

Le calcaire qui repose sur ce gypse et le sépare de la couche supérieure de gypse, forme également une couche extrêmement épaisse. Elle constitue une partie des *Monts de Bex*, le faîte des montagnes de *Forogne*; elle traverse la vallée de la *Gryonne* entre la maison du Bouillet et la mine de *Bey de la Colice*. L'entrée de la mine dite *Entre-deux-Gryonnes* est dans ce calcaire. Elle forme les monticules dits *de la Cretaz d'Huemoz*, le commun de *Confrène*, et en général toute la partie moyenne du chaînon de

montagnes qui sépare la vallée de la *Gryonne* de celle de la *Grande Eau*. On peut observer la superposition de ce calcaire sur la couche de gypse du Bouillet, au *Roc de Beaume* à peu de distance à l'est de Bex; dans la galerie du *Bouillet;* à gauche du sentier dit de *Benetiens* qui conduit de la mine d'*Entredeux-Gryonnes* à *Pallouleyre;* à la *Pouza*, dans un ravin à peu de distance à l'ouest du village; dans la galerie principale de *Panex*, et à *Plambuit* en allant au *Dard*.

La couche supérieure de gypse, que je nomme la *couche du Fondement*, parce que cette mine se trouve dans cette couche de gypse, repose immédiatement sur ce calcaire. Elle est moins épaisse que celle du Bouillet, et a sur-tout moins d'étendue en longueur et en largeur; elle forme en grande partie les deux côtés de la gorge profonde et étroite, dite du *Fondement*, et de celle dite de la *Petite Gryonne*. Outre la mine du *Fondement*, celle dite des *Vauds* s'y trouve également. La superposition de ce gypse sur le calcaire qui le sépare du gypse de la couche du Bouillet, s'observe très-bien dans le *Puits du Bey de la Colice;* dans la galerie du *Bouillet*, dans toute la partie de la rive droite de la Gryonne qui se trouve entre la mine d'*Entre-deux-Gryonnes* et celle du *Fondement inférieur;* et dans la galerie d'*Airage du Fondement*.

Le calcaire qui repose sur ce gypse a peu d'étendue. Il forme tout le terrain situé entre *Arveye* et la *Petite Gryonne*. On peut bien observer sa superposition sur le gypse à la sortie des escaliers du Fondement, et dans la galerie de *Bon Espoir;* les deux galeries, dites du *Délit de Bon*

Espoir, sont poussées sur la séparation entre le gypse et le calcaire. La carte ci-jointe donnera une idée beaucoup plus nette de la disposition de ces deux couches de gypse, que ne peut le faire une description, qui d'ailleurs, pour être intelligible, exige toujours une connaissance exacte de la topographie de la contrée.

J'observerai encore que le gypse de Bex n'est qu'une portion, extrêmement peu considérable, d'une immense bande, ou, pour le dire plus exactement, d'une file de différentes couches de gypse que j'ai suivies depuis la vallée d'*Ilier* jusques au lac de *Thoun*, et qui depuis ces deux points s'étend vraisemblablement beaucoup plus loin, soit à l'ouest dans la Savoie, soit à l'est dans les petits cantons, en longeant constamment la pente qui descend au nord depuis le faîte de la chaîne septentrionale des Alpes.

Il me resterait encore à décrire les autres roches de transition des environs de Bex, qui étant supérieures au gypse, constituent le faîte de cette partie de la chaîne des Alpes, et en général les montagnes les plus élevées de la contrée; elles méritent aussi de fixer l'attention par les faits géognostiques fort intéressans qu'elles présentent, tels que les coquilles fossiles et l'anthracite des *Diablerets*; le grès vert de *Taviglianaz*; les grauwackes rouges de la *Dent Rouge* et de la *Dent de Morcle*, etc. Mais comme leur description m'entraînerait trop loin, j'ai préféré la réserver pour un autre mémoire, et je terminerai celui-ci en resumant en peu de mots les faits principaux que j'y ai rapportés :

1). Les environs de Bex sont formés par le terrain primitif et par le terrain de transition.

2). Le terrain primitif ne se montre à découvert que sur une très-petite étendue.

3). Il est composé principalement de roches feldspathiques.

4). Le calcaire forme la masse principale de ce terrain de transition.

5). On y trouve en couches subordonnées, du gypse, du schiste argileux, de la grauwacke, des poudingues et des brèches.

6). Le calcaire qui renferme immédiatement le gypse, est très-argileux et carburé.

7). Il est tantôt compacte, tantôt schisteux.

8). Le gypse est, dans l'intérieur, de l'anhydrite, et à la surface du sol, du gypse hydraté épigène.

9). Il renferme des couches de calcaire compacte siliceux, de schiste argileux, de grauwacke, et des rognons de gypse hydraté ordinaire.

10). Le gypse et les roches qui lui sont intercalées renferment fréquemment du sel gemme.

11). Enfin le gypse forme deux couches fort épaisses dans le calcaire de transition, dont la plus basse est la plus étendue.

NOTICE

SUR

LE TRAITEMENT DU FER PAR LA HOUILLE, PRATIQUÉ EN ANGLETERRE.

Extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement*, octobre 1818, page 322 et suivantes.

1°. *Réduction de la houille en coak.* — Cette opération se fait ordinairement à l'air libre; on forme d'abord cinq piliers, composés chacun de six briques posées à plat, et ayant leur longueur dans la direction d'un cercle, tel, qu'elles laissent au milieu un espace vide, circulaire, d'environ 1 pied de diamètre; ou bien on les place dans un cercle tracé, de 30 pouces de diamètre; on élève ensuite, sur ces piliers espacés également et en croisant successivement, des briques, entre lesquelles on ne laisse que très-peu d'intervalle, et on forme ainsi un cône tronqué, de 3 pieds et demi à 4 pieds de haut, posé sur sa base, et dont la troncature a 6 pouces d'ouverture. C'est autour de cette petite construction, toute en briques sèches, que se range la houille, d'abord en très-gros morceaux; on allume ensuite, à une hauteur moyenne, et on couvre successivement, de manière que la combustion lente du charbon, ou sa réduction en coak, ait lieu à flamme renversée, au moyen d'un courant d'air qui vient de l'extérieur plonger entre les piliers pour passer dans le cône qui sert de cheminée. Le tas s'augmente prodigieusement par les charges successives; lorsqu'on

juge l'opération achevée, on couvre le tout de menus charbons et de terre, et l'on bouche hermétiquement la cheminée; on laisse les choses dans cet état jusqu'à ce que la masse soit complétement refroidie.

Il est à observer que toutes les espèces de houilles ne sont pas également propres à la fabrication du coak; on emploie communément, pour cet objet, une houille assez brillante, et dans laquelle on reconnaît encore des fibres végétales; on le nomme white coal (charbon blanc). Le caractère du bon coak est d'être très-dur et sonore.

Il existe un autre procédé pour faire le coak; on l'emploie pour les mêmes charbons, qu'on introduit dans un four ayant la forme d'un cône tronqué, où l'air pénètre par plusieurs trous pratiqués à la partie inférieure, et que l'on bouche lorsque l'opération est assez avancée. Le coak fabriqué de cette manière est de très-bonne qualité; mais on ne peut en faire de grandes quantités à-la-fois; ce procédé ne conviendrait donc pas à des exploitations considérables.

2°. *Des hauts-fourneaux*.—Les hauts-fourneaux sont, comme en France, construits dans des massifs de la plus grande solidité, où l'on ménage des vides pour éviter les accidens qui résultent de la dilatation produite par la très-forte chaleur nécessaire pour opérer la réduction de la mine, et de l'expansion violente de l'humidité réduite en vapeur; l'intérieur est formé de trois cônes tronqués, dont les deux supérieurs se touchent par leur base, et dont l'inférieur a sa base à la troncature de celui qui le précède; ce cône inférieur est remplacé, dans la plupart des fourneaux, par une pyramide tronquée, dis-

posée de la même manière : il résulte de cette construction, que le cône intermédiaire, tout en conservant sa base ronde, se rapproche insensiblement de la forme carrée, qu'il prend à sa réunion avec la pyramide. La hauteur totale de ces hauts-fourneaux est, en général, 45 à 55 pieds; la base du massif dans lequel ils sont construits, a 35 à 40 pieds : la différence de proportion d'avec les hauts-fourneaux français résulte de la plus grande difficulté de la combustion du coak. La partie supérieure est surmontée d'une espèce de cheminée pour la mesure de la charge, ainsi que cela se pratique chez nous ; mais les proportions de cette cheminée diffèrent de celles des nôtres, à cause de la différence de volume d'une charge de coak et d'une charge de charbon de bois. La cheminée principale ou supérieure a communément 28 pieds de haut, à partir de la bure B (Voyez *fig.* 1, Pl. VII), jusqu'à sa réunion aux étalages C. La hauteur perpendiculaire de ces étalages, de C en D, est de 10 pieds; l'ouvrage, de D en E, a la même élévation; le creuset E, a 2 pieds à sa partie inférieure; le gueulard A a 4 pieds de diamètre; la partie B, 3 pieds 4 pouces; le haut des étalages C, 10 pieds; le sommet de l'ouvrage, 5 pieds, et le fond, 5 pieds 4 pouces. Les tuyères sont placées sur des plans de 5 pouces l'un au-dessus de l'autre ; la plus élevée est à 26 pouces du fond du creuset. L'intérieur du fourneau est construit en grès ou en briques très-réfractaires. Les deux vides circulaires I K, pratiqués dans toute la hauteur de la grande masse, sont remplis d'un sable légèrement argileux, à gros grains, et battu à la manière du pisé, au fur et à mesure que la construction s'élève.

Lorsqu'on emploie un minerai argileux, contenant 30 à 32 pour 100 de fer, la proportion de la houille ou du coak est à celle du minerai jeté dans le haut-fourneau : : 7 : 8, et à la castine : : 4 : 1. Si le coak n'est pas de qualité parfaite, ou qu'on veuille avoir une fonte bien carbonée, on augmente d'un huitième les proportions du combustible ; la charge pour douze heures est de *quinze milliers* de minerai, *quinze milliers* de houille et environ *trois mille sept cents livres* de castine. Les machines soufflantes fournissent environ 1,500 pieds cubes d'air par minute, avec une force de deux livres un quart par pouce carré de surface, et par chacune des deux tuyères, lesquelles ont 2 pouces un quart de diamètre : le produit, pour chaque charge semblable, est de 4,500 à 4,700 de fer. La fonte n'est pas coulée, comme en France, en gueuses d'une dimension énorme, mais en petits prismes triangulaires de 3 pieds de long sur 2 à 3 pouces de surface carrée ; tous ces prismes partent d'un jet principal de même dimension, perpendiculaire à la face du fourneau.

La fonte, après avoir été ainsi coulée, est brisée en morceaux pour être portée au fourneau d'affinage destiné à la décarboniser. Il faut observer que, d'après cela, on ne doit pas rechercher la meilleure fonte; les Anglais se servent exclusivement de celle qui est de troisième qualité, et qu'ils nomment *forge pig*. Cette fonte ne diffère des autres que par une moindre proportion de carbone. Lorsqu'on destine le produit d'un haut-fourneau à la fabrication exclusive du fer malléable, on emploie une moins grande quantité de combustible pour la réduction du minerai; la différence est d'à-peu-près un huitième.

La fonte de première qualité, ou la fonte noire, est coulée en tubes, roues d'engrenage, etc.; elle sert pour tous les objets qui exigent, pour bien arriver, c'est-à-dire, pour bien remplir les moules, que le métal ait une très-grande fluidité, ou bien pour ceux qui ont besoin d'être limés, forés, tournés, etc., avec facilité, après avoir été enlevés des moules. La fonte grise, moyenne entre cette première et celle destinée à faire du fer, est employée à fondre de gros tuyaux, des balanciers, des supports, des grils, des cheminées, de grandes roues d'engrenage, des volans, etc.

Explication des Figures 1 *et* 1 (a) *de la* Pl. VII.

Fig. 1. Coupe ou section verticale d'un haut-fourneau à deux tuyères, employé dans les forges du comté de Warwick, en Angleterre.

Fig. 1 (a). Plan au niveau des étalages C.

A, Gueulard par où l'on jette le minerai, le coak et la castine, et par où se mesure la hauteur de la charge avec la bécasse.

B, Bure ou sommet réel de l'intérieur du fourneau.

C, Étalages qui s'étendent jusqu'en D.

D, Ouvrage jusqu'au point E.

E, Creuset du fourneau.

F, Voussoirs ou embrasures des tuyères et de la dame, ou de la tympe.

G, Vides ménagés pour laisser échapper l'humidité réduite en vapeur.

H, Fond de l'embrasure de la dame.

I K, Espaces concentriques remplis de sable battu.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans ces deux figures.

3°. *Fourneaux d'affinage ou de décarbonisation.* — Ces fourneaux, assez semblables à nos affineries, sont des forges de grandes dimensions, dont l'intérieur ou le foyer forme un large creuset parallélogrammique, de 3 pieds

de long sur 2 de large, et 16 pouces de profondeur, bâti en briques très-réfractaires, pareilles à celles du revêtement intérieur du haut-fourneau. L'extérieur du fourneau et la cheminée sont construits en briques ordinaires; il est entouré d'une forte armature en fer forgé, pour éviter qu'il ne se fende par l'effet de la chaleur violente qu'on développe. Le métal réduit en fragmens est mêlé avec du coak, qu'on entasse à 15 et même 18 pouces au-dessus du niveau de la forge ou de la bouche du creuset. L'air qui alimente le feu est fourni par de fortes machines soufflantes, et pénètre dans le foyer par deux ou trois tuyères dont la somme d'ouverture est de 3 pouces et demi ou 4 pouces carrés, et avec une force égale à celui poussé dans les hauts-fourneaux. Il doit être dirigé sur la surface du métal en fusion, afin d'en détruire tout le carbone. Plusieurs métallurgistes allemands qui ont visité les usines anglaises, voyant un conduit d'eau arriver à chaque tuyère, ont pensé que l'on combinait l'effet de ce liquide avec l'air, pour opérer plus promptement et plus complétement la décarbonisation de la fonte; ils n'ont point hésité à publier leur opinion dans plusieurs ouvrages, sur-tout depuis qu'ils y ont été confirmés par les maîtres de forges anglais, qui se garderaient bien de les détromper. Cependant, rien de pareil n'existe; l'eau arrive, il est vrai, aux tuyères par trois tuyaux, de 2 pouces de diamètre environ; mais elle se rend dans un double fond qui les enveloppe; pratique qu'on suit également ailleurs: à l'égard du creuset, on le fait aussi à double fond, et quelquefois en fonte, au lieu de le construire en briques réfractaires. L'eau, après avoir rempli son office, qui est d'entretenir les

tuyères et le creuset de fonte à une température bien au-dessous du rouge, sort par un conduit caché en terre, et se dégorge, encore bouillante, à quelques toises de là. La fonte est tenue liquide pendant trois ou quatre heures environ, suivant qu'elle contient plus ou moins de carbone. Sur le côté du fourneau et à 14 pouces au-dessous du niveau de la forge, est pratiqué un canal garni en briques réfractaires, long de 7 à 8 pieds, de la même largeur que le creuset, et de 7 pouces de profondeur; ses côtés sont inclinés de manière que le fond n'a que 16 pouces de large; vers le milieu de sa longueur, on forme, en travers, une digue de 8 pouces de base, avec du sable à mouler. La chose étant ainsi disposée, et la fonte étant, à l'aide d'un ringard, jugée suffisamment décarbonée, on fait couler le laitier dans le canal, par un trou pratiqué à une hauteur convenable, et bouché, pendant l'opération de l'affinage, avec du sable réfractaire et argileux. On perce ensuite, vers le fond du creuset, et la fonte blanche coule sous le laitier, qui s'est arrêté vers la digue dont nous venons de parler; on jette alors environ deux seaux d'eau, en cinq ou six reprises, à une minute d'intervalle, sur le laitier qui bouillonne prodigieusement et se fige; ensuite on perce la digue, et la fonte, déjà bien baissée de température, coule sous le laitier, dans la seconde partie du canal, où elle reste jusqu'à ce qu'elle soit refroidie. Cette opération la rend blanche comme de l'argent, d'une dureté excessive et montrant une cristallisation parfaitement prononcée dans sa cassure; elle perd environ un sixième de son poids, qui, déduction faite du carbone, s'est oxidé et vitrifié dans le laitier. Cette fonte, en gâteaux de 2 pouces

d'épaisseur, est, dans cet état, exclusivement destinée à la fabrication du fer malléable.

Explication des Figures 2, 2 (a) *et* 2 (b) *de la* Planche VII.

Fig. 2. Élévation vue de face du fourneau d'affinerie ou de décarbonisation de la fonte provenant du haut-fourneau.

A, Mur du fond, au travers duquel passent les tuyères.

B, Cheminée.

C, C, Armatures de fer forgé.

D, D, Murs latéraux pour supporter la cheminée.

E, Niveau de la forge.

F, Coak entassé.

G, G, Largeur du creuset; sa hauteur est indiquée par les lignes ponctuées de G en H.

I, Plan incliné du canal.

K, Niveau du fond, du même.

L, Digue en sable de fondeur.

M, Extrémité du canal.

N, N, N, Les trois tuyères.

Fig. 2 (a). Plan du fourneau.

O, O, O, Niveau du fourneau, bâti intérieurement en briques pour le revêtement du creuset.

Q, Q, Inclinaison des côtés du canal.

R, R, Angles du fourneau, construits en pierres de plus fortes dimensions que les briques, afin qu'ils soient moins sujets à se dégrader.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans ces deux figures.

Fig. 2 (b). Coupe du devant du fourneau, selon la ligne AB du plan.

a, Ouverture par laquelle on fait couler le laitier.

b, Autre ouverture par où sort la fonte.

c, *c*, Direction de l'axe des tuyères.

d, Niveau du fourneau.

e, *e*, Fond du creuset.

f, Fond du canal.

Les lignes ponctuées indiquent la capacité des forges et l'inclinaison des tuyères.

4°. *Fourneau pour faire passer la fonte à l'état de fer malléable.* — Lorsque le fer a été

coulé et refroidi, au sortir du fourneau d'affinage ou de décarbonisation, il est prêt à être converti en fer malléable. Pour cette opération, on brise d'abord les gâteaux en fragmens de 3 à 4 pouces carrés; on les place dans un fourneau à réverbère, nommé, par les Anglais, *balling-furnau*, et chauffé avec de la houille crue; la flamme réverbérée par la courbure de la voûte, ramollit bientôt les pièces de fonte; et lorsqu'elles sont à l'état de fusion, on les brasse fortement avec un ringard, ainsi que cela se pratique dans nos affineries, jusqu'à ce que l'ouvrier s'aperçoive que le fer prend nature; c'est-à-dire, qu'il se convertit en une espèce de pâte, dont les molécules semblent avoir entre elles une plus grande adhérence; ensuite il divise sa matière en portions d'environ 60 à 80 livres, et les travaille séparément. Quand elles ont parfaitement pris nature, il en enlève une qu'il fait arriver sous un gros marteau, pesant au moins 8 quintaux. Pendant ce temps, un manœuvre donne la chaude suante dans une petite forge appropriée à cet usage, à un fort ringard, qui, amené sur la pièce, se soude avec elle, en la cinglant. Après avoir bien réuni toutes les parties de la loupe, l'ouvrier en forme un prisme quadrangulaire, d'environ 18 pouces de long, dont il abat les arêtes, qu'il remet à un autre ouvrier, pour continuer lui-même le cinglage des loupes suivantes.

Le fourneau dans lequel se fait cette opération doit être construit avec beaucoup d'intelligence, tant sous le rapport de la solidité nécessaire à la haute température qu'il éprouve, que sous celui des courbures les plus convenables, pour

que la flamme soit réverbérée de la manière la plus avantageuse à la perfection et à la promptitude du travail. Outre la courbure de la voûte, la partie inférieure du fourneau, où se placent les morceaux de fonte, est formée suivant une autre courbe susceptible de réunir vers le centre le métal lorsqu'il entre en fusion; tout cet intérieur, ainsi que celui de la cheminée, est garni en briques les plus réfractaires. Il est encore indispensable d'entourer le fourneau de barres de fer forgé et de fer fondu, qu'on serre fortement au moyen d'écrous. Il est sur-tout bien essentiel de n'employer que de la houille entièrement privée de soufre, parce que, quelle que soit la qualité de la fonte employée, on n'obtiendrait qu'un fer cassant à chaud.

Explication de la Figure 3 *de la* Planche VII.

Fig. 3. Coupe, sur la longueur, d'un fourneau à réverbère employé dans les forges de Colebrokedale, et destiné à faire passer la fonte à l'état de fer malléable.

A, Voûte formant la partie supérieure du fourneau; elle est construite en briques réfractaires.

B, Partie inférieure faite avec de semblables briques, et composant, avec la courbe A, une ellipse allongée.

C, Grille.

D, Ouverture servant à l'introduction de la fonte, et au travers de laquelle s'opère le brassage.

E, Cheminée.

F, Revêtement intérieur en briques réfractaires.

G, Partie inférieure ou assise du fourneau faite en pierres.

I, Bandes de fonte pour éviter l'écartement latéral.

K, Autres bandes pour la partie inférieure de la cheminée.

L, Intérieur du fourneau.

M, M, Endroits où se place la fonte.

N, Cendrier.

5°. *Forme donnée au fer en le faisant passer dans des cylindres.* — Le fer travaillé au fourneau précédent, et remis à un second ouvrier, est porté, encore très-chaud, à un autre fourneau ou chaufferie, à-peu-près semblable, mais plus petit et n'ayant pas la courbure B. La diminution de ses dimensions existe, sur-tout, dans la longueur de l'ellipse formée par A et B, qui est beaucoup plus arrondie en approchant de la cheminée. Là, le fer est chauffé suant, et pendant la chauffe l'ouvrier projette sur ses surfaces, qu'il change alternativement de position, des poignées de sable, pour former un enduit vitreux qui empêche le contact immédiat de l'air, et conséquemment l'oxidation du métal. La pièce, portée ainsi à la température convenable, est présentée dans de fortes entailles pratiquées dans deux cylindres de fonte, de 18 pouces environ de diamètre; le fond des trois ou quatre premières de ces entailles ou gorges est formé en rond, et traversé par des crans destinés à engrener la pièce, pour la mieux entraîner dans le mouvement du laminoir. Aussitôt que le fer a passé par la première cannelure, l'ouvrier qui l'a reçue du côté de sa sortie la remet à celui qui est sur le devant du laminoir, en la faisant passer par-dessus le cylindre supérieur. La pièce passe ainsi successivement par un nombre de crans qui arrivent graduellement à la forme qu'on se propose de donner aux barres. Pour faire la tôle ou du fer fendu, on les prépare de forme plate et de large dimension. Le fer carré se fait dans des entailles formant, dans chaque rouleau, un angle de 90 degrés, de manière que la diagonale est perpendiculaire à la face de ces mêmes rouleaux. La qualité du fer dépend es-

sentiellement de la manière dont il a été brassé et cinglé; s'il paraissait, dans la chauffe qu'il reçoit la première, n'être pas convenablement soudé, il est présenté une seconde fois à l'action du marteau, seulement pour bien en réunir les parties. Dans quelques endroits on cingle au laminoir; mais alors les cannelures sont presque comme des engrenages, et les pièces sont divisées en parties dont le laitier est parfaitement exprimé par une pression énorme qui le fait couler par une quantité de crevasses. Le fer qu'on achève de séparer en petites galettes, est ensuite formé en lopins auxquels la première chaude se donne sous le marteau. Ce mode d'opérer produit de bien meilleurs résultats, mais est beaucoup plus dispendieux et long, conséquemment augmente le prix du fer. Les cylindres des laminoirs, employés dans ces opérations, sont en fonte moyenne, se tournant ou se burinant assez facilement. Les axes sont de la même pièce et d'un très-fort diamètre. Les assemblages des extrémités sont faits comme un pignon à quatre dents, et s'emmanchent dans des boîtes ou manchons aussi de fonte.

6o. *Des fonderies particulières.* Dans les grands établissemens dont on ne destine pas la fonte à être convertie en fer forgé, on ne s'occupe que de travaux proportionnés à l'ensemble des moyens qu'on y emploie; les objets de petit détail sont laissés à des fonderies particulières, qui achètent la fonte telle qu'elle sort des hauts-fourneaux, et où le métal se traite soit au fourneau à réverbère, soit dans des petits fourneaux dits à manche. Les procédés, dans la plupart des opérations, sont semblables à ceux employés dans nos ateliers. Si la fonte est, en résultat, de

meilleure qualité en Angleterre, c'est plutôt par la supériorité de sa nature primitive que par un moyen d'opérer quelconque que nous ignorons. On coule, comme en France, dans des moules secs ou en sable vert; et, à moins de circonstances particulières, en employant les mêmes matériaux, les résultats sont toujours à-peu-près les mêmes.

Mais une chose qui paraît entièrement ignorée en France, c'est l'art de fondre, à très-bas prix, des mêmes objets, tels que les clous et une quantité prodigieuse d'articles qui sont du ressort de la quincaillerie (1).

Il existe, à Sheffield, une fabrique où l'on fait, en fonte douce, des mouchettes, des charnières, beaucoup de petits ouvrages de serrurerie, des sous-gardes de fusil, des clous, des ciseaux qui se ploient facilement, au-delà d'un angle de 45 degrés, sans se rompre; on y fait aussi des couteaux qui sont expédiés en Amérique en quantité très-considérable. Le voyageur qui visita cette fabrique, n'y vit point de haut-fourneau; ce qui lui fit juger qu'on n'y opérait point la réduction de minerais quelconques; on y trouve, au lieu de cela, quatre fourneaux tout-à-fait semblables à ceux employés pour la fabrication de l'acier fondu, excepté qu'ils paraissent être de 3 à 4 pouces plus larges; et en outre, un cinquième fourneau d'une disposition particulière, qui sert à recuire. Un homme était occupé à broyer une substance rougeâtre, qui était simplement de l'oxide de fer au *maximum* d'oxidation. Dans

(1) Ce problème vient d'être résolu de la manière la plus heureuse par M. Baradelle, et lui a valu le prix proposé à ce sujet par la Société d'Encouragement.

une autre partie de l'atelier, le voyageur aperçut des lingots ou prismes de fonte tels que les donnent les hauts-fourneaux, et que le fabricant lui annonça être du plomb; ce qui suffit pour le convaincre que c'était là sa matière première, et que s'il employait de la ferraille, comme on l'assurait, il ne faisait qu'en ajouter quelques petites quantités dans les creusets; car il n'existait aucun fourneau à réverbère; conséquemment tout devait être coulé au creuset. Il moulait dans des châssis de fonte, et une espèce d'étuve, auprès de laquelle il y en avait un certain nombre, prouvait qu'il ne coulait point en sable vert. Mais rien jusque-là n'avait pu faire présumer la cause de la flexibilité extraordinaire qu'il donnait à ses pièces fabriquées, propriété que n'avait point, en elle-même, la matière première qu'il employait, et qui ne pouvait s'acquérir que par les opérations auxquelles elle était soumise.

Ayant envoyé chercher une mouchette bien façonnée pour la montrer au voyageur, celui-ci s'aperçut que l'ouvrier allait la prendre dans un fourneau particulier, qu'il la frappait contre un morceau de bois, l'essuyait et soufflait dedans comme pour en chasser quelque substance; il fut dès-lors assuré que ce fourneau n'était point destiné à la trempe, puisque les pièces se refroidissaient dedans, mais que c'était un fourneau de recuisson. A l'examen de la mouchette, il reconnut dans les angles du fond de la boîte, comme dans le fond des ornemens, des portions d'une substance rouge, qui était de l'oxide de fer: il restait à savoir si le fabricant employait quelque flux, comme cela se pratique pour l'acier fondu. Le voyageur s'étant procuré quelques

fragmens de creusets qui avaient déjà servi, il remarqua que toutes les portions du haut de ces creusets étaient enduites d'une couche vitreuse, tandis que les parties inférieures n'en montraient aucun vestige; ce qui lui fit présumer que la fonte était d'abord placée dans le creuset, et que l'on mettait, par-dessus, des morceaux, et non de la poussière d'un fondant, qui semblait être simplement le laitier des hauts-fourneaux.

Il résulte de ces observations, que le fabricant dont il s'agit emploie la fonte de première qualité (la seule susceptible de prendre une extrême fluidité, comme l'exige la ténuité des pièces qu'on en obtient), telle qu'elle lui arrive des hauts-fourneaux; qu'il la fond dans des creusets de 15 à 16 pouces de haut et de 6 à 7 de diamètre à l'ouverture; qu'il la recouvre avec une couche de fragmens de laitier des hauts-fourneaux, et ferme le tout d'un couvercle de même nature que le creuset, quoique un peu plus fusible, comme cela se pratique pour l'acier fondu; que les moules sont séchés dans une étuve (ceci n'est cependant qu'une présomption); enfin, que les pièces fondues sont cémentées avec un oxide de fer rouge qui est probablement le minerai d'Ecosse, dont le fondeur avait fait venir une certaine quantité. D'après cela, toute la théorie de ce procédé consiste à employer de la fonte bien coulante, et à lui enlever ensuite son carbone, autant que possible. Quoique ceci soit la chose la plus simple en apparence, il paraît néanmoins qu'il faut une fonte d'un choix particulier, puisque le fabricant fait un mystère des fourneaux d'où il tire la sienne; en second lieu, que tous les oxides de fer, soit factices, soit naturels, ne sont pas également bons pour

la décarbonisation, le fabricant faisant venir du minerai d'Ecosse.

Pour compléter le travail du fer à la houille, nous allons donner les détails des machines à cylindres employées par M. Wilkinson; nous avons copié ces dessins dans les *Annales des Arts et Manufactures*, tome 43, page 150 et 254, et tome 44, page 76.

Planche VII, *Fig.* 6. *Plan de l'usine de* M. Wilkinson.

aaa, Fourneaux à réverbères dont quatre servent à l'affinage de la fonte et quatre à réchauffer, pour remplacer les chaufferies ordinaires.

b, Chaudière de la machine à vapeur.

c, Tuyau qui conduit la vapeur au cylindre.

d, Cylindre de la machine à vapeur.

e, Le gros cylindre pour dégrossir la loupe.

ff, Cylindre de moyenne grandeur pour façonner la barre.

Fig. 5. *Plan des cylindres à dégrossir et à façonner les barres.*

A, Cylindres à dégrossir. Le cylindre supérieur pèse dix milliers; ce poids est augmenté par une caisse remplie de fonte qui porte sur les deux tourrillons.

Le but de ce travail est de réduire la loupe en barres que l'on puisse chauffer dans un fourneau à réverbère, et passer ensuite entre les cannelures des cylindres destinées à réduire le fer au calibre qu'exige le commerce.

BB, Cylindres qui achèvent les barres.

CC, Tiges du balancier de la machine à vapeur.

D, Manivelles des gros cylindres.

Cette manivelle ayant 6 pieds de longueur, ne fait qu'environ le tour d'une révolution, à chaque coup de piston de la machine à vapeur, et produit ainsi un mouvement de va et vient.

Cette disposition du mécanisme des cylindres évite la nécessité de passer le fer par-dessus, comme on est obligé de le faire avec les cylindres dont la rotation est continue.

E, Manivelle de l'arbre du volant qui imprime le mouvement aux cylindres BB.

Cette manivelle, de la longueur de 2 pieds, fait une révolution à chaque coup du piston de la machine à vapeur. Les deux tiges communiquent au même bout du balancier de la machine.

F, Le balancier.

Fig. 5(a). *Élévation du mécanisme des cylindres.*

A, Balancier qui, de même que tout le mécanisme, est en fonte assemblée avec du fer.
B, Barre verticale, communiquant avec la manivelle du gros cylindre inférieur, ayant un mouvement alternatif de va et vient.
C, Barre verticale, communiquant avec la manivelle, qui imprime un mouvement de rotation à l'axe qui porte le volant et la roue qui communique avec celle des petits cylindres.
DD, Quarts de cercle dentelés, qui étant fixés au bout des gros cylindres, les forcent à obéir au même mouvement.
E, Manivelle des gros cylindres.
F, Manivelle de l'axe du volant.
G, Cage des petits cylindres.

Nous avons représenté, *fig.* 4, les fourneaux de cémentation employés en Angleterre, dans le but de rendre aussi complet que possible le travail relatif au fer.

Nous avons pensé devoir ajouter ici une autre Notice sur le traitement du fer par la houille, que nous avons également extraite du Bulletin de la Société d'Encouragement (mai 1818, page 140).

M. de Wendel, propriétaire des forges importantes de Moyeuvre et d'Hayange, département de la Moselle, a fait un voyage en Angleterre pour y suivre la fabrication de la fonte et du fer avec la houille.

Les mines d'Hayange et de Moyeuvre ne produisent que du fer tendre, dit fer cassant à froid.

Les houilles viennent du pays de Nassau, par la Sarre et la Moselle.

Il a été reconnu qu'il ne pouvait faire de la fonte avec du charbon de terre, mais seulement avec du charbon de bois; mais il en a été autrement pour traiter cette fonte et la convertir en fer avec de la houille, les résultats ont passé toutes les espérances; non-seulement il y a économie considérable de temps, de combustible et de fonte, mais on y a trouvé l'avantage immense de changer la qualité du fer. Celui qui est produit par ce traitement est tout nerf et de la meilleure qualité.

Ainsi se trouverait entièrement résolu le problème de changer la nature des fers cassant à froid.

MÉMOIRE

SUR

La Géologie des environs de Lons-le-Saunier,

Lu à la séance publique du 1er. décembre 1818, de la Société d'Émulation du Jura;

PAR M. CHARBAUT, Ingénieur des Mines.

Les montagnes du Jura présentent dans leur ensemble le plus beau champ possible aux observations géologiques; et cependant, on est forcé de l'avouer, non-seulement leur constitution est inconnue, mais, ce qui est infiniment plus fâcheux, des préjugés et des erreurs accrédités par des savans justement célèbres d'ailleurs, égarent le géologue qui les prend pour guides, lui font émettre de nouvelles erreurs, ou le découragent par leur fréquente opposition avec les faits qui s'offrent à sa méditation.

Les ténèbres qui couvrent encore l'histoire géologique d'une contrée aussi intéressante, tiennent principalement à la manière dont cette science avait été étudiée jusqu'ici; mais on doit espérer de les voir se dissiper, depuis que l'un des plus beaux travaux qui honorent les naturalistes français a fait prendre à la géologie une nouvelle direction et un nouvel essor.

Lorsque la contexture, le *facies* des roches et leur composition chimique étaient les seuls

caractères distinctifs des formations, les terrains primitifs offraient infiniment plus de facilité à l'étude que les terrains secondaires; je crois n'être pas le seul qui ait remarqué que si nous avions d'excellens préceptes sur les premiers, les géologues ne nous avaient rien fait connaître de bien satisfaisant sur les seconds.

Je pense que la principale cause de cette difficulté tenait à la parfaite ressemblance qui existe fréquemment, dans les terrains secondaires, entre des roches situées à de très-grandes distances géologiques, et par suite à la confusion qui en résultait de plusieurs formations absolument différentes.

Depuis que la considération des fossiles dans les caractères distinctifs des terrains a conduit MM. Brongniart et Cuvier aux beaux résultats que renferme leur mémoire sur la géographie minéralogique des environs de Paris, un grand nombre de géologues ont pris cette route nouvelle, et il n'y a pas de doute que leurs pas mieux assurés ne les conduisent beaucoup plus promptement au but que l'on se propose en géologie, qui est de connaître la position relative de toutes les masses minérales de la surface du globe auxquelles l'homme puisse atteindre.

Les montagnes du Jura, excessivement riches en fossiles très-variés, sont peut-être, de tous les sites géologiques, le plus propre à être envisagé sous ce point de vue; des traces irrécusables des plus affreux bouleversemens présentent en outre, à chaque pas, l'image du désordre et du chaos; des ruptures, des renversemens de couches, des affaissemens de montagnes entières, causent un tel étonnement, que, malgré la résolution la mieux prise, de ne

constater que les faits, l'observateur, naturellement porté à remonter aux causes premières de tout ce qui le frappe, ne peut se défendre d'une méditation profonde et souvent très-prolongée.

M. Brongniart a parcouru en 1817 une assez grande partie de la chaîne du Jura, sous le point de vue géologique, et publiera probablement le résultat de ses observations; mais comme il n'a pas visité les environs de Lons-le-Saunier, je vais essayer de faire connaître la constitution géologique de cette contrée.

Pour faciliter l'intelligence de ce mémoire, voici l'ordre que je suis : Je commence par distinguer les grandes formations; je développe la composition de chacune d'elles, en partant des masses les plus basses, géologiquement parlant, et en les suivant par ordre de hauteur jusqu'à celles qui couronnent la contrée dont je m'occupe; je fais connaître leur disposition géographique; et quoique je n'aie point pour but de faire une géographie minéralogique, j'indique cependant la nature du sol dans différentes localités, afin que l'on puisse vérifier aisément les faits que j'avance; je termine ce mémoire en signalant quelques erreurs adoptées jusqu'ici, sur la composition de la chaîne du Jura.

Le mot *formation* ayant reçu une extension différente, dans plusieurs circonstances, je crois nécessaire de prévenir que j'applique cette dénomination à tout système de masses minérales, quelles que soient leur nature et leur étendue, dont la disposition respective prouve qu'elles ont été formées par une succession non interrompue des mêmes causes.

Des observations nombreuses, que plusieurs années de résidence à Lons-le-Saunier m'ont mis

à même de vérifier souvent, m'ont fait reconnaître deux formations distinctes.

La première comprend une hauteur très-considérable de marnes diversement colorées, qui renferment plusieurs masses de gypse séparées par des lits de marne; l'ensemble de ces masses minérales est stratifié, et recouvert par une dernière masse régulièrement superposée aux premières, et composée de bancs non interrompus de calcaire à gryphytes.

La seconde formation comprend une grande hauteur de marnes coquillères d'une couleur constante bleue d'ardoise passant au gris cendré, disposées par bancs parallèles, qui renferment quelques couches subordonnées d'un calcaire argileux coquiller, souvent bitumineux comme la marne qui les avoisine; ces marnes sont recouvertes par une énorme masse de calcaire généralement oolitique passant très-souvent, et par degrés insensibles, au calcaire grenu et au calcaire compacte; elle est disposée par assises parallèles entre elles, et coordonnées aux bancs de marnes qui lui servent de base. Le calcaire est ferrugineux, siliceux, argileux, avec ou sans rognons de silex; il renferme des corps organisés fossiles, ou bien il n'en présente aucun.

La seconde formation ne s'arrête pas à ce calcaire, je la considère comme étant composée de plusieurs autres étages successifs, analogues au premier; mais ceux-là n'existant plus dans les environs de Lons-le-Saunier, je n'étendrai ma description que jusqu'au sommet du premier étage.

Désirant cependant que mon travail puisse se raccorder avec celui de M. Brongniart, j'ajou-

terai seulement que le second étage commence à se monter à Salins. Il est composé, comme le premier, de marnes coquillères et bitumineuses, sur lesquelles repose une nouvelle masse très-considérable de bancs calcaires.

Le second étage forme le sommet du plateau dans lequel est creusée, au sud-est de Salins, une vallée en forme de golfe; on le découvre sur la gauche de cette vallée superposée au premier étage; celui-ci disparaît sur la droite, celui-là s'affaisse d'une manière fort curieuse à la cascade de Goaille; il se relève ensuite, et l'œil peut le suivre facilement jusqu'au-dessus de Salins; il n'en reste plus, auprès du fort Belin, qu'une faible portion adossée contre le sommet du premier étage.

Je désignerai la première sous le nom de formation du calcaire à gryphytes, parce que cette coquille pélagienne, que je n'ai trouvée dans aucune autre position, me paraît être caractéristique; j'appellerai la seconde, formation du calcaire oolithique, parce que cette roche me paraît aussi la caractériser le mieux.

Je dois faire observer que le champ de mes observations ayant une faible étendue, ces dénominations peuvent n'être point convenables en général, je ne les présente que provisoirement dans ce mémoire, en attendant que M. Brongniart ait caractérisé ces terrains d'une manière définitive.

FORMATION DU CALCAIRE A GRYPHYTES.

Examen rapide des couches qu'elle renferme.

Les premières couches visibles de cette formation sont des marnes terreuses ou imparfai-

tements chisteuses, d'un gris foncé presque noir, renfermant des couches subordonnées de gypse rouge, dont la cassure présente des faisceaux courbes de petites lames cristallines; le gypse forme aussi des veines contournées qui suivent les ondulations des feuillets de marne, et des filets qui les coupent, et se trouve enfin très-mélangé.

Après une hauteur inconnue, mais considérable, de ces marnes gypseuses, il existe une épaisseur de 6 à 8 mètres de calcaire argileux compacte blanchâtre, formée d'assises minces et parfaitement planes.

Les marnes gypseuses reviennent ensuite, puis du gypse très-marneux, moins rouge que le précédent, dont les bancs sont séparés par des couches de marne, subordonnées à leur tour à la matière gypseuse.

En continuant de s'élever, on trouve plusieurs masses de gypse séparées par des marnes pures et des marnes gypseuses : le gypse, sauf quelques exceptions partielles, devient plus pur; sa couleur s'affaiblit, elle passe successivement par les nuances rouge clair, rosacée, grise et blanche; l'épaisseur de ses bancs augmente, tandis que les lits de marne qui les séparent deviennent plus minces; ses faces cristallines diminuent de grandeur et finissent par disparaître entièrement.

La dernière masse qui fournit le plus beau plâtre, renferme des bancs de 3 mètres, et même en quelques endroits de 5 mètres de puissance; on ne trouve plus ensuite une seule trace de gypse, jusqu'au sommet de la dernière formation des montagnes du Jura.

Je n'ai pas connaissance que l'on ait encore

rencontré dans ces masses de gypse aucune espèce de corps organisés.

Il existe au-dessus des gypses une grande hauteur de marnes, caractérisées par leurs couleurs variées ; leur coupe, qui se découvre quelquefois dans des gorges transversales, offre des bandes rubanées, nuancées de diverses couleurs, dont les plus générales et les mieux déterminées sont : le blanc, le vert, le violet, le rouge, le gris et le bleu ; je les désignerai sous le nom de marnes irisées.

Ces marnes généralement compactes et granuleuses, feuilletées seulement dans les parties grises et bleues, ont une faible agrégation ; elles renferment des bancs plus solides de diverses natures.

On voit d'abord immédiatement sur les gypses, un banc de calcaire blanchâtre analogue à celui que j'ai indiqué dans les marnes gypseuses, mais plus grossier.

Il existe, à une distance des gypses, que je ne puis encore préciser, une couche de houille schisteuse très-maigre, dont l'épaisseur reconnue sur une grande étendue est comprise entre 12 et 30 centimètres.

A quelques mètres au-dessus, on trouve une épaisseur assez considérable de couches, d'un calcaire blanc sale, divisé dans tous les sens par des veines spathiques, qui, résistant mieux que lui à l'action destructive de l'air et de l'eau, lui donnent souvent un aspect carié ; on pourrait le nommer calcaire cloisonné.

Les marnes irisées renferment ensuite des bancs isolés de grès siliceux impressionné, d'une épaisseur qui varie de 3 à 32 centimètres ; les corps organisés qu'ils enveloppèrent lors de leur

formation, paraissent avoir été dans un tel état d'altération, qu'il est fort difficile de déterminer leur nature.

Ce grès contient des rognons et des veines de pyrite, dont la décomposition lui communique souvent une forte couleur rouge d'ocre.

On trouve plus haut des bancs de calcaire presque uniquement composés de débris de très-petites coquilles; l'épaisseur la plus ordinaire des bancs est de 15 à 20 centimètres; le calcaire se présente sous deux espèces différentes: il est gris, compacte, à cassure esquilleuse; ailleurs il est jaune brun, sa cassure est inégale et terreuse; dans le premier cas, la matière lapidifique des coquilles se confond avec la pâte qui les enveloppe, de manière qu'on ne les distingue qu'avec peine; dans le second cas, au contraire, la roche est un calcaire jaune, sur lequel le test plus dur des coquilles se détache en brun marron; j'ai pu reconnaître sur des faces qui avaient été long-temps exposées à l'air, quelques coquilles entières des genres moule et vénus, quelques peignes striés et des buccins.

Avant de sortir des marnes irisées, on trouve encore des couches subordonnées de calcaire argileux compacte blanchâtre, à pâte très-fine; puis on arrive aux bancs solides de calcaire à gryphytes, dont j'ai emprunté le nom de la formation entière (1).

---

(1) La gryphée qui caractérise ce calcaire dans la chaîne du Jura, proprement dite, tant dans des parties que j'ai visitées, que dans celles dont j'ai reçu des échantillons, est le *gryphæa arcuata* (Lam. An. sans vert. ed. de 1818. — Knorr. P. 2, Pl. LX, *fig.* 2. — *Gryphæa incurva* Sowerby, Pl. CXII, *fig.* 1 et 2. — Parkinson, org. rem., Pl. XV, *fig.* 5). Le *Gryphæa cymbium* lui ressemble beaucoup et appartient peut-

Je dois faire observer que le calcaire argileux forme des veines très-minces dans les derniers bancs presque uniquement composés de petites coquilles, et dans les premiers de calcaire à gryphytes; sa couleur est blonde ou grise bleuâtre, suivant celle de la roche qu'il touche.

Il résulte de cette observation que le calcaire à gryphytes appartient à la même formation que cette espèce de lumachelle, et par suite à la même formation que l'immense hauteur des marnes gypseuses qu'il recouvre. Cette conséquence importante est confirmée par la disposition relative, et la nature constamment la même des couches, dans tous les points de jonction du calcaire à gryphytes et des marnes irisées.

La contexture la plus ordinaire du calcaire à gryphytes est compacte, mais elle offre quelquefois des petits grains cristallins; dans les deux cas il a beaucoup de ténacité, sa cassure est irrégulière, sa couleur grise bleuâtre. Il reçoit son nom d'une coquille marine qu'il renferme très-abondamment, et dont on ne retrouve plus d'analogues vivans dans les mers actuelles.

être à la même formation; mais je ne le connais pas dans le Jura proprement. Je l'ai trouvé dans un terrain analogue sur la côte de Normandie, depuis le Hâvre jusqu'à Dives. M. de Schlotheim paraît avoir confondu, sous la dénomination de *gryphytes cymbium*, l'*arcuata* et le *cymbium*; mais, malgré leur ressemblance, ce sont deux espèces distinctes. Celle dont il est question ici est, je le répète, le *gryphæa arcuata*, déterminé par les bonnes figures citées plus haut : c'est la seule que j'aie trouvée dans le Jura proprement dit. Je la connais dans beaucoup d'autres lieux, tels que la Bourgogne aux environs d'Avalon, la Normandie près Bayeux et Valogne, l'Angleterre, à Cheltenham, à 60 milles au N. de Londres, etc., etc., et toujours dans les terrains semblables entre eux par leur nature, leur position et les autres coquilles qui les accompagnent.

A. B.

Il contient, en outre, des ammonites, des bélemnites, des sabots, des toupies, des nautiles, des térébratules, des peignes, des donaces, des vénus, des moules, des turritelles, des huîtres, des pinnes, des entroques, des baculites, des orthocératites, etc. (1).

La difficulté de dégager ces coquilles de leur roche, nuit à la détermination des nombreuses espèces de chacune d'elles, et de beaucoup d'autres genres, dont je ne pourrais donner une idée que par la description de quelques caractères insuffisans pour les classer.

Cette roche, qui paraît avoir été le dernier produit de la formation, est disposée par bancs non interrompus, dont la masse originairement très-considérable a été entamée plus ou moins profondément dans sa partie supérieure.

Les premiers bancs renferment souvent, jusqu'à la hauteur de 3 à 4 mètres, des veines ou ceintures d'une espèce de grès calcaire, qui diminuent d'épaisseur en s'élevant, et passent insensiblement au calcaire à gryphytes proprement dit. Il est assez remarquable que les premiers bancs ne renferment pas une seule gryphyte,

(1) Parmi les coquilles du calcaire à gryphytes je ne peux donner encore la détermination que des espèces suivantes :

Ammonites bucklandi, Sow. Il acquiert quelquefois un volume considérable.

Je l'ai trouvé à Montaines, près Salins; au N. E. d'Arau; près d'Avalon, etc.

Le *pecten equivalvis*, Sow., que j'ai trouvé avec les espèces précédentes entre Girole et Avalon.

Malgré les travaux de M. Delamarck sur les térébratules, de M. Faure-Biguet, sur les bélemnites, il n'est pas encore possible de déterminer avec sûreté, et par conséquent avec utilité, les espèces de ces deux genres qui se trouvent dans le calcaire à gryphytes. A. B.

par-tout où se trouve ce calcaire de structure arénacée, tandis que où celui-ci n'existe pas, des milliers de gryphytes recouvrent immédiatement la marne. Du reste, ces bancs renferment indistinctement toutes les autres espèces de coquilles.

A quelques pieds des bancs arénacés, le calcaire se brise aisément en prismes droits; le moule des gryphytes se détache du test, et permet d'en observer l'intérieur, où l'on reconnaît distinctement l'empreinte de l'attache musculaire de l'animal sur chaque valve, ce qui est fort rare par-tout ailleurs.

Je ferai observer enfin que les coquilles ne sont pas mêlées et répandues indistinctement dans toute l'étendue des bancs; les gryphytes sont principalement rassemblées en quantité innombrable à leur jonction; les grandes ammonites se trouvent couchées à leur base parmi les gryphytes; les petites ammonites sont disposées par groupes avec les bélemnites, sans affecter de position fixe dans leur épaisseur; les autres sont moins abondantes et placées dans le voisinage de ces groupes.

Les bancs ne sont pas également pourvus de fossiles; les uns en sont tellement remplis, que ces coquilles composent la majeure partie de leur masse; les autres, au contraire, n'en renferment point, ou du moins un petit nombre: ceux-ci sont plans et réguliers, ceux-là reçoivent une forme inégale et tuberculeuse des grosses coquilles qui occupent leurs bases.

Disposition géographique des terrains de la formation du calcaire à gryphytes.

On a vu par ce qui précède : que la contrée dont je m'occupe ne montrait en aucun point les premières couches de cette formation ; le terrain sur lequel elles reposent, s'y trouve enseveli à une trop grande profondeur pour qu'on puisse le reconnaître.

Les terrains du calcaire à gryphytes forment, en général, au pied du premier plateau du Jura, le fond de toutes les vallées, la plupart des coteaux peu élevés, arrondis et cultivés jusqu'à leur sommet, et la base de toutes les côtes et collines.

Lorsqu'ils ne sont pas recouverts par les terrains d'une autre formation, ils se trouvent presque toujours masqués par les alluvions qui remplissent le fond des vallées et par la terre végétale. Il en résulte que leur étude présente beaucoup plus de difficultés que celle des terrains supérieurs, dont les nombreux escarpemens dévoilent promptement à l'observateur l'allure et la composition des couches.

Ce n'est qu'en rapprochant un grand nombre d'observations partielles que l'on peut parvenir à les décrire complétement. Je n'entreprendrai pas de retracer ici toutes celles qui m'ont conduit aux résultats que je fais connaître ; mais je me propose d'indiquer les principales, et les localités qui offrent les faits géologiques les plus curieux.

Sous ce rapport, le bassin dans lequel est située la ville de Lons-le-Saunier doit le premier fixer l'attention.

Au midi de la ville, et à une portée de fusil

de Montaigu, sur le col qui sépare le bassin de Lons-le-Saunier de celui de Macornais, on découvre des bancs de calcaire à gryphytes dirigés sur onze heures de la boussole et inclinés de 59 degrés à l'est; si l'on descend à Lons-le-Saunier suivant leur direction, ces bancs disparaissent d'abord sous des vignes, puis ils se remontrent sur la route au-dessus, d'une épaisseur de 25 à 30 centimètres de calcaire sans gryphytes, à veines arénacées; on aperçoit, à quatre-vingts pas vers l'ouest, dans les vignes qui cachent des marnes irisées, un affleurement de calcaire cloisonné qui se distingue de fort loin par sa couleur, plus blanche que celle des roches qui l'environnent.

On découvre donc là un point de jonction du calcaire à gryphytes et des marnes irisées.

De ce point, descend vers la ville un coteau étroit, composé des mêmes couches, dont la direction éprouve des déviations accidentelles, et qui vont se perdre sous la prairie derrière la caserne.

Je ferai remarquer en passant que cet édifice, quoique fort moderne, menace ruine, parce que ses fondations reposent sur des marnes irisées, et que l'on n'y a probablement pas établi un grillage solide.

Si du même point dont il vient d'être question on porte la vue sur la côte de Pimont, de l'autre côté de la ville, on découvre toujours dans la direction principale des couches, entre la tour et le chemin de Villeneuve, une crête de bancs de gryphytes peu saillante, qui sort de la prairie, s'élève jusqu'au sommet de la butte et descend sur le revers opposé dans le village de Villeneuve.

En étudiant cette crête, on y reconnaît non-seulement les mêmes couches dirigées et inclinées dans le même sens que du côté de Montaigu, mais on découvre encore toutes celles qui composent les marnes irisées depuis les gryphytes jusqu'au-dessous de la couche de houille. Celle-ci vient affleurer à tiers côte sur le bord du chemin qui conduit à la tour. L'administration des salines fit percer, il y a une vingtaine d'années, un puits de recherche qui l'atteignit à vingt mètres environ ; sa faible épaisseur et la grande proportion de terre qu'elle renferme l'ont fait abandonner.

Au-dessous de la couche de houille, le reste de cette formation disparaît sous des terrains plus modernes.

On doit conclure de ces observations que les bancs de la côte de Montaigu et de la butte de Pimont dont il vient d'être question, appartiennent à la même formation du calcaire à gryphytes; que ces couches, évidemment dérangées de leur position primitive, ont été brisées par quelque cause que ce soit, de manière qu'une masse très-considérable, dirigée, terme moyen, sur onze heures, a été renversée vers l'est; qu'enfin cette masse a été recoupée transversalement à l'endroit coupé par la ville de Lons-le-Saunier.

Pour ne pas entrer dans de trop longs détails, je me contenterai d'indiquer que sur toute l'étendue de ce bassin, depuis le pied du plateau jusqu'à Montmorot, le terrain est, en quelque sorte, sillonné dans des masses longitudinales semblables, contiguës et recoupées transversalement comme la première.

Il est resté au fond du bassin des portions

non rompues de ces masses, qui réunissent encore à leur base les coteaux disjoints qui l'encaissent.

La ville de Lons-le-Saunier est construite sur ces portions de masses, par conséquent sur les tranches de couches renversées de la formation du calcaire à gryphytes.

C'est ici le lieu de faire mention de la source salée qui sort de ce terrain dans la ville même.

On ne voit, en aucun point de ce canton, le gypse salé dont les eaux pluviales dissolvent le muriate de soude pour donner naissance à cette source; il est certain cependant qu'il existe dans l'intérieur du terrain. Je veux examiner si la connaissance de la nature du sol ne pourrait pas conduire à déterminer le lieu qui renferme le roc salé.

Les coteaux qui environnent la ville ne laissent apercevoir aucun affleurement de gypse, mais tout annonce que la butte de Pimont en renferme; j'ai indiqué sur cette butte une crête fort élevée de calcaire à gryphytes recouvrant une épaisseur considérable de marnes irisées; or, dans toutes les carrières de gypse du Jura, les masses de cette roche se trouvent précisément sous les mêmes marnes; on peut donc déjà présumer d'après cela qu'il existe des masses de gypse dans cette butte, mais qu'elles y sont masquées par des débris d'une formation plus récente, qui recouvrent la partie inférieure des marnes irisées, à partir de la couche de houille.

Cette conjecture acquiert un nouveau degré de certitude par l'existence d'une petite source d'eau séléniteuse, qui sort précisément de la

partie inférieure des couches de marnes irisées.

Je dirai en passant que cette source alimente la fontaine de l'abbaye, dont les eaux sont connues dans la ville pour n'être point propres à la cuisson des légumes ni au savonnage, défectuosités qu'elle tient de la chaux sulfatée.

Il est donc infiniment probable que la butte de Pimont renferme du gypse. D'un autre côté, l'abondance invariable et l'élévation dans la vallée, de la source salée, annoncent que ses eaux proviennent d'un lieu élevé qui offre une grande surface aux pluies.

Or, la butte de Pimont, qui de toutes les côtes environnantes donne déjà assez d'indices de la présence du gypse, est encore la seule, dans un rayon de plus de 2 kilomètres, qui réunisse ces deux conditions; on doit donc présumer qu'elle recèle aussi le roc salé que les eaux pluviales traversent avant d'arriver à la source.

Il ne sera point déplacé de faire mention ici d'un phénomène assez fréquent dans le Jura, qui tient essentiellement à la composition du terrain que je décris; je veux parler des entonnoirs qui se forment subitement, par des enfoncemens de la surface du sol.

Les machines d'extraction de l'eau salée sont situées au fond d'un vaste entonnoir de 16 mètres de profondeur, qui a été produit par un enfoncement du terrain, à une époque inconnue, mais peu éloignée.

En 1792, un enfoncement aussi considérable eut lieu dans la rue des Dames; la plus grande frayeur s'empara des habitans de la ville, lorsqu'ils virent une maison s'affaisser progressivement, et disparaître dans un gouffre qui s'est aussitôt rempli d'eau.

Des témoins dignes de confiance rapportent que les eaux de la source salée baissèrent tout-à-coup, et furent fortement troublées pendant cet événement.

Enfin il s'est fait tout récemment, entre les deux premiers, un troisième enfoncement beaucoup moins considérable; quoique je ne me sois pas trouvé sur les lieux à cette époque, ce que j'ai beaucoup regretté, j'ai cependant appris, avec certitude, que la source avait encore été troublée par cette cause.

L'explication du fait est très-simple; on conçoit, sans avoir recours à aucune hypothèse, que des systèmes de bancs énormes, en se renversant dans les positions où nous les voyons, n'ont pu coïncider assez exactement avec le terrain inférieur, qu'il ne soit resté quelques vides entre eux.

En traversant ces souterrains, l'eau doit, par son mouvement et la pression qui résulte de l'élévation plus ou moins considérable des sources qu'elle alimente, dégrader continuellement leurs parois, et déterminer à la longue des enfoncemens qui s'étendent quelquefois jusqu'au sol.

Si l'on observe enfin que dix pompes constamment employées à extraire les eaux de la source de Lons-le-Saunier (1) augmentent beaucoup la rapidité de leurs cours souterrains, on ne s'étonnera pas que cet événement soit plus fréquent en ce point que dans tout autre.

---

(1) Cette source produit en vingt-quatre heures 15 à 1800 hectolitres par son écoulement naturel, et 4605 à 4912 hectolitres lorsque l'extraction s'en fait exactement. Elle n'est qu'à 1 degré 3/4.

D'après les observations faites, pendant ces affaissemens, sur la source salée, on ne peut pas douter qu'au moins une partie de ses eaux n'arrive de leur côté. Or, c'est précisément la direction dans laquelle doivent se trouver les bancs de gypse de la butte de Pimont : ce fait rend donc infiniment plus probable encore l'existence du gypse salé au sein de cette côte.

Deux autres sources salées, désignées sous les noms de puits Cornoy et puits de l'étang du Saloir (1), forment avec celle-ci l'objet de l'exploitation de la saline de Montmorot.

Elles sont situées à 3 kilomètres ouest de la première, sur le côté opposé de la butte de Pimont, et séparées l'une de l'autre par un coteau longitudinal de la formation du calcaire à gryphytes.

Deux puits de recherche, creusés dans les marnes irisées, ont démontré l'existence du gypse dans ce coteau.

Les sources de Salins (2) exploitées par les deux

(1) Le puits Cornoy produit 399 à 430 hectolitres à 6 degrés. Dans les sécheresses le produit descend à 353, et il remonte à 460 après des pluies abondantes. Le puits de l'étang du Saloir produit 138 hectolitres à 6 degrés 1/2.

(2) Le produit moyen par vingt-quatre heures, pendant l'année 1815, a été :

Puits à Muire.			
Bonnes eaux	284 hect.	à	18° 88°.
Eaux faibles.	838	à	2 68
Puits à Gray.			
Bonnes eaux.	312 hect.	à	10° 81°.
Eaux faibles.	70	à	7 »
Puits d'Amont.			
Bonnes eaux.	630 hect.	à	7° 87°.
Eaux faibles.	351	à	2 56

salines de Salins et d'Uré, sont encore situées dans le même terrain ; c'est sur le côté droit de cette vallée que l'on découvre les plus beaux escarpemens de la formation du calcaire à gryphytes, et où sont exploitées les plus belles carrières de gypse des montagnes du Jura.

En terminant mes observations sur le gisement des sources salées de ce département, je ferai mention d'un échantillon de gypse salé rose, provenant de la commune de Toulouse, située à 2 myriamètres de Lons-le-Saunier, qui m'a été communiqué par M. Bichet, ex-secrétaire de la préfecture.

Mes recherches pour en découvrir le gisement ont été jusqu'à présent sans succès, à la vérité ; mais de nombreux indices me donnent l'espérance d'y arriver par la suite.

Enfin deux petites sources salées m'ont été indiquées dans les communes de Saint-Lauthain et de Tourmont ; une carrière d'albâtre gypseuse a été anciennement exploitée dans la première.

Ces indices sont parfaitement d'accord avec la nature du terrain qui sert de base au sol des trois communes ; et il est remarquable que leur position, par rapport aux sources de Lons-le-Saunier, s'éloigne peu de la direction générale des couches.

Dans la partie supérieure de la vallée de Lons-le-Saunier, le terrain à gryphytes disparaît totalement sous la formation oolithique ; mais il commence à la percer au-dessous du village de Conliége, où il forme de petits monticules dirigés du sud-est au nord-ouest, qu'il est facile de distinguer du terrain environnant à leur seul aspect.

J'avance, ici, que la formation du calcaire à gryphytes est inférieure à celle du calcaire oolithique. Je dois prévenir que cette allégation importante n'est point le résultat d'observations douteuses, mais que j'ai vu clairement, à l'aide de plusieurs tranchées, à Montaigu, à Montmorot, etc., les terrains de la seconde formation recouvrir immédiatement ceux de la première; la suite de ce mémoire fera voir, au surplus, qu'on ne peut faire un pas dans les environs de Lons-le-Saunier sans acquérir la preuve de ce fait.

Au pied du village de Perrigny, on remarque un banc dont les gryphytes sont transformées en spath perlé; leur couleur blanche se détache sur le fond de la roche, colorée en rouge foncé par l'oxide de fer : il est situé à 5 mètres au plus des marnes irisées.

Cette particularité n'est intéressante que parce que l'on retrouve à de grandes distances un calcaire semblable, appartenant sans doute au même banc.

Au bord de la prairie, depuis ce point jusqu'à Lons-le-Saunier, les bancs de gryphytes se dirigent encore du sud-est au nord-ouest, c'est-à-dire comme cette portion même de la vallée; mais ils reprennent fort près de là leur direction générale, qui s'éloigne peu de la ligne du nord au midi.

Le plus élevé des coteaux que l'on trouve à gauche de la route de Lons-le-Saunier, à Pannessières, est le seul, jusqu'à présent, où j'aie pu reconnaître les bancs de grès siliceux impressionnés, en place.

La couche de houille de la formation du cal-

caire à gryphytes se montre au sommet du coteau de Savagnu, au sud du village.

La butte de Montmorot a pour base une petite portion isolée du coteau longitudinal qui sépare les deux sources salées voisines, coupé, au midi, par la vallée principale, et, au nord, par une petite gorge transversale.

Cette butte isolée, au pied de laquelle on reconnaît la formation du calcaire à gryphytes dans son pourtour, est couronnée par des bancs de la formation oolithique; ce point offre seul une preuve sans réplique de la proposition que je viens d'avancer.

On découvre, au nord de la butte, un bel arrachement de marnes irisées, dont les couches sont dirigées sur onze heures de la boussole, et inclinées de 50 degrés vers l'est; c'est dans ces marnes, à 200 mètres au nord de la gorge, que l'on a percé deux puits jusqu'au gypse; la couleur rouge foncé de celui que j'ai recueilli dans les déblais, me fait penser qu'il appartient aux masses inférieures de la formation.

Les deux carrières de gypse de Courbouzon et de Saint-Laurent sont situées sur le prolongement de la direction de ses bancs; tout me porte à croire qu'elles sont creusées dans le même coteau longitudinal qui disparaît à Mont-Orient, sous la formation du calcaire oolithique.

Le terrain de calcaire à gryphytes de la vallée de Macornais n'est autre chose que le prolongement des coteaux du bassin de Lons-le-Saunier, qui sont recouverts dans l'intervalle par des lambeaux de la formation du calcaire oolithique.

La couche de houille que j'ai déjà indiquée en deux points du bassin de Lons-le-Saunier, se

montre encore dans la vallée de Baume à Voiteur, où l'on exploite une fort belle carrière de gypse; elle appartient toujours à la même formation.

Cette petite couche de combustible n'a paru mériter encore d'être exploitée dans aucun point; mais elle est fort remarquable par sa position constante au-dessus des masses de gypse, dont elle peut servir d'indice, et par sa grande étendue; elle a été reconnue jusque dans le département du Doubs.

Je n'étendrai pas davantage mes observations sur la formation du calcaire à gryphytes, pour arriver promptement à la suivante.

FORMATION DU CALCAIRE OOLITHIQUE.

Examen des couches qui la composent.

Les marnes de cette formation diffèrent des précédentes par leur couleur constamment grise ou bleue d'ardoise, par leur contexture beaucoup plus feuilletée, par leur nature souvent bitumineuse, et les coquillages qu'elle renferme.

Les plus basses sont compactes, fragiles, d'une teinte grise faible; elles renferment une très-grande quantité de petites ammonites, des bélemnites, des entroques, quelques petits peignes et térébratules; on trouve de ces coquilles à l'état de pyrite. Ces premières marnes contiennent des nœuds de pyrite cubique et d'oxide de fer, provenant de la décomposition du sulfure.

En s'élevant, on trouve moins d'ammonites; la marne devient terreuse, elle renferme des bancs épais de calcaire marneux, dans lesquels on reconnaît des groupes de petites baculites tronquées à la manière des entroques.

Après un grand nombre de bancs peu coquillers, on en trouve un d'une richesse prodigieuse en espèces; des bélemnites, des peignes, des anomies groupées comme par familles, y forment des lits alternatifs, où l'on ne distingue presque pas la roche qui les a cimentés; parmi les autres coquilles moins abondantes qu'il renferme, je puis indiquer des ammonites, des donax, des nautiles, des moules, des baculites, des entroques et des bucardes.

Les coquilles groupées sont en général assez petites, mais on trouve des bélemnites isolées de 15 centimètres de longueur, des peignes cannelés de la grandeur de la main, qui se détachent facilement de la roche; il est remarquable que la petite bivalve, que je crois pouvoir rapporter au genre anomie, est fort rare dans le Jura partout ailleurs que dans les marnes de la formation oolithique.

Dans l'intervalle des bancs, il existe des rognons nombreux de marne tenace, qui offrent des particularités très-remarquables : ce sont des solides de révolution, dont l'axe, de 8 à 10 millimètres de diamètre, est un petit tube de pyrite de fer, souvent décomposé, rempli de spath calcaire; leur forme imite celles de colonnes, de balustres, d'œufs, de fruits, etc.; il s'en trouve qui ont plus d'un mètre de hauteur : leur position s'écarte peu de la verticale; quelquefois le petit tube se bifurque; il s'en rencontre assez souvent deux accolés ensemble, et la forme du solide est toujours modifiée en conséquence.

On n'aperçoit point de coquilles dans ces corps détachés, tandis qu'à côté, des rognons tuberculeux, dépourvus d'axes, en sont remplis; je

citerai parmi les coquilles qu'on y trouve, des vénus, des planulites, des ammonites, des bélemnites, des sabots, des turritelles, des entroques, des baculites, et rarement des peignes. Elles sont si bien conservées, qu'elles semblent sortir de la mer; quelques-unes sont enduites d'une couche très-mince de fer sulfuré, qui leur donne un aspect bronzé fort agréable à la vue.

On trouve enfin de très-gros rognons irrégulièrement arrondis, d'une marne compacte, fragile, dont l'intérieur présente des fentes qui ont jusqu'à 5 centimètres de largeur, tapissées et souvent remplies de cristaux de strontiane sulfatée, d'une couleur blanche ou légèrement bleue céleste (1).

Après avoir observé ces rognons situés dans les mêmes marnes, on ne sait ce qui doit le plus étonner, ou de la forme régulière et constante des premiers, ou de l'abondance des coquilles variées, en quelque sorte nichées exclusivement dans les seconds, ou, enfin, de l'existence de cristaux très-purs, de sulfate de strontiane au milieu des derniers, dont la masse ne semble contenir aucune des parties constituantes de ce sel.

---

(1) La strontiane sulfatée en masses cristallines, assez volumineuses, à lame fort étendue, mais extrêmement fragile, et d'un blanc sale, plus ou moins bleuâtre, paraît appartenir à la formation des masses inférieures du calcaire oolithique, et se trouve assez ordinairement ou dans des cavités du calcaire ou dans des cavités de grosses coquilles, telles que les ammonites.

L'analyse qu'en a faite M. Berthier, a constaté la nature de cette substance. Je l'ai vue absolument dans la même position tapissant les cavités de très-grosses ammonites dans le lit de l'Ergoltz, près Liestal, aux environs de Basle, accompagnée de bélemnites et d'une coquille qui paraît être le *lima antiquata* de Sowerby. A. B.

L'explication de ces faits est encore aujourd'hui un problème, dont la solution serait fort intéressante.

Au-dessus du banc très-coquiller, les marnes deviennent bitumineuses, et contiennent une innombrable quantité de petites bivalves plates, de la largeur d'une lentille, qu'on ne distingue que par l'empreinte de leurs stries transversales, presque circulaires.

L'action de l'air divise d'abord ces marnes en feuillets minces, semblables à la plus belle ardoise, et les réduit ensuite en poussière.

Outre ces coquilles, pour ainsi dire microscopiques, on aperçoit encore sur les feuillets des empreintes d'ammonites et de planulites très-plats, quelques petites entroques et des baculites.

Au milieu de ces marnes bitumineuses, il existe des bancs tenaces de 12 à 24 centimètres d'épaisseur, qui renferment des petites veines de bitume noir et brun, divisées rectangulairement par des cloisons spathiques blanches très-fines; la roche elle-même est imprégnée d'une grande quantité de bitume; on y reconnaît des empreintes de larges planulites, des anomies, une bivalve triangulaire, mince et fragile, et plusieurs autres genres de coquilles aussi difficiles à déterminer que celle-ci.

J'ai reconnu une hauteur de plus de 20 mètres de ces marnes bitumineuses feuilletées, et je n'ai pas aperçu leur limite supérieure, ce qui prouve qu'elles sont encore plus étendues.

Des marnes sans bitume leur succèdent, et s'élèvent jusqu'aux premiers bancs d'oolithes; elles sont imparfaitement schisteuses et en grande partie terreuses; elles renferment à leur sommet

des bancs de calcaire marneux coquiller, dans l'intervalle desquels on trouve de grandes ammonites, des planulites et des nautiles disposés parallèlement aux couches, et qui forment des espèces de rognons faciles à retirer de la marne.

Un banc d'oolithe, composé de petits grains d'oxide de fer agglutinés dans un calcaire marneux, est régulièrement superposé à cette masse énorme de bancs de marne; les grains sont jaunes et rouges, leur forme ressemble à celle de la poudre de chasse; le gluten est souvent ferrugineux, sa couleur est alors rouge brune; dans les autres cas, elle est grise comme celle des marnes inférieures. Cet oolithe a peu de ténacité, l'action de l'air le réduit en poussière; mais plus il contient d'oxide de fer, plus il est résistant: sa richesse est quelquefois assez grande pour qu'on l'exploite comme mine de fer.

La puissance la plus ordinaire de ce banc est de 2 mètres; elle varie jusqu'à 5.

Parmi les nombreuses coquilles qu'il renferme, je puis indiquer des planulites, des bélemnites, des ammonites, des térébratules, des peignes, des sabots, des toupies, des donaces, des nautiles et des entroques; les deux premières sont les plus abondantes.

On trouve des cristaux de strontiane sulfatée dans des géodes de spath calcaire qui existent quelquefois au milieu de ces coquilles, notamment dans les derniers tours de spire des planulites.

Au-dessus du banc de mine de fer, il existe encore quelques couches séparées par des lits de marne, qui forment le passage du calcaire marneux gris compacte, au calcaire siliceux jaunâtre;

la marne disparaît ensuite entièrement; le passage se fait même brusquement dans les lieux où le banc de mine est épais.

C'est ici que commence cette longue suite de bancs de calcaire oolithique grenu ou compacte, qui composent la partie escarpée du premier plateau du Jura.

D'après l'idée qu'on attache en minéralogie à la dénomination du calcaire grenu, il doit paraître surprenant de voir indiquer cette roche dans les terrains secondaires; cependant il est certain qu'on trouve, dans le Jura, des bancs d'un calcaire composé de petits grains lamelleux, qu'il est assez difficile de distinguer à la première inspection, du calcaire grenu primitif; mais il est rare qu'on ne découvre pas dans la cassure, entre les lames cristallines, généralement plus arrondies, quelques traces compactes qui le font reconnaître.

Les parties compactes forment ordinairement la base de la roche, et les grains lamelleux ne sont que subordonnés.

Dans le calcaire oolithique, la grosseur des grains varie d'une couche à l'autre, depuis celle de la navette jusqu'à celle d'une noisette; mais dans une même couche ils sont presque tous de la même grosseur.

Je dois faire observer que, par la forme des grains, cette roche se rapporterait plutôt à la pisolite qu'à l'oolithe; mais comme ils sont, en général, fort petits, la première dénomination serait impropre dans le plus grand nombre de cas.

Quelle que soit la petitesse des grains, on y aperçoit presque toujours des couches concentriques, autour d'un noyau souvent cristallin;

ce noyau est quelquefois un fragment de baculite, d'entroque ou de tout autre corps marin: or, ces corps organisés n'ont pu être lapidifiés et enveloppés de couches pierreuses avant la formation de la roche; d'un autre côté, quelle que soit la nature des autres noyaux, les grains qui les enveloppent ont probablement été formés de la même manière que ceux-ci. Je crois donc pouvoir avancer, avec quelque vraisemblance, que, dans les oolithes du Jura, les grains n'existaient pas avant la formation de la pâte, et que cette roche n'a point été formée à la manière des agglomérats.

Le calcaire oolithique et le calcaire grenu alternent ensemble, et passent l'un à l'autre par des degrés insensibles.

Ils contiennent de la silice dans toutes les proportions; on y trouve une grande quantité de veines et de rognons irréguliers de silex noir et blanc, qui par une longue exposition à l'air se transforme souvent en quarz nectique.

Dans un grand nombre de bancs, on reconnaît, sur les faces lentement usées par l'influence de l'atmosphère, une innombrable quantité de débris de très-petits corps marins, tels que entroques, orthocératites, baculites, vermiculaires, polypes ramifiés, éponges, etc. Ces fossiles sont tellement identifiés avec leur matrice, qu'on n'en distingue aucun dans les cassures fraîches de la roche; on aperçoit seulement quelques grands peignes, des bélemnites et des térébratules.

On trouve, à une hauteur considérable, des bancs de calcaire grenu remplis de petits peignes circulaires unis, de la grandeur d'une len-

tille; ensuite un calcaire gris compacte toujours à rognons de silex, contenant de grands peignes imbriqués, une bivalve striée longitudinalement, que je rapporte aux genres mactre ou vénus. Les valves de cette coquille, sans être désunies, semblent avoir tourné sur leur plan de jonction de manière que les crochets ne se correspondent plus; on y voit aussi de grandes bivalves à plis profonds, dont il m'a été encore impossible de déterminer le genre.

Parmi ces derniers bancs il en est un dont la roche ressemble parfaitement au calcaire à gryphytes, et qui est d'une richesse surprenante en fossiles marins; outre la plupart des coquilles que j'ai indiquées jusqu'ici, j'y ai trouvé de fort beaux orbulites de la grosseur d'un œuf, que je n'ai rencontrés dans aucun autre lieu; un fragment indéterminé de la grosseur du bras, d'un corps organisé dont la texture osseuse est analogue à celle d'un autre fossile beaucoup plus petit, que j'ai trouvé dans le département du Doubs, et qui a quelque ressemblance avec une épine de poisson de mer, de l'espèce de la raie aigle; on y voit des fragmens d'une fort grande bivalve dont le test a plus de 5 millimètres d'épaisseur, et des traces de beaucoup d'autres animaux (1).

Le calcaire compacte devient ensuite très-si-

(1) Parmi les coquilles qu'on trouve dans ce terrain et dont très-peu d'espèces sont décrites ou en état d'être déterminées, on peut indiquer l'*ammonites discus*, Sow., que j'ai trouvée dans la mine de fer oolithique d'Aisy, en Bourgogne.

Le *pecten lens*, Sow., qui se trouve aussi en Bourgogne dans le même terrain et avec les mêmes coquilles.

A. B.

liceux et non coquiller, jusqu'à une assez grande hauteur; il se transforme en bancs de silex conchoïdes, puis il reparaît en couches régulières et très-minces.

On voit au-dessus, d'abord dans un calcaire compacte tendre, puis dans un calcaire grenu, de fort belles térébratules unies et striées, de la grosseur d'un œuf de pigeon ; elles sont rassemblées par groupes et peu adhérentes à la roche.

Elles sont associées dans le calcaire grenu avec des entroques et quelques oursins; les entroques sont tellement abondantes, qu'elles forment la partie dominante de plusieurs bancs; des térébratules moins bien conservées que les premières s'y mêlent de nouveau, avec certaines bivalves indéterminées dont on ne trouve jamais que le moule intérieur.

A cette hauteur il se trouve des bancs d'oolithes à gros grains, autour desquels la roche forme des couches concentriques qui ne laissent aucun doute sur la simultanéité de formation des grains et de leur matrice.

Cette roche a quelquefois assez de dureté pour recevoir un poli fort agréable; sa couleur est grise, légèrement bleuâtre, mais la lisière des bancs et le bord des fissures sont d'une couleur blanche jaunâtre ; cette dernière teinte est le produit de l'altération de la première, dont l'oxide de fer au minimum a été suroxidé partout où l'eau a pu pénétrer.

On remarque cette altération de couleur dans beaucoup de carrières de pierre à bâtir du Jura; il en résulte une sorte d'ornement naturel dans les édifices, qui produit un fort bel effet. On

peut l'observer sur-tout dans la ville de Besançon.

Au calcaire rempli de térébratules et d'entroques, succèdent des bancs peu coquillers de calcaire oolithique et grenu blanc, qui fournissent la meilleure pierre de taille du pays.

A partir de ces bancs on ne trouve plus de calcaire grenu jusqu'au second étage de la formation oolithique.

Des bancs très-puissans de ce calcaire compacte alternant avec des oolithes forment le sommet du premier étage.

Ce calcaire compacte est blanc; sa cassure, d'abord indéterminée, devient, en s'élevant, de plus en plus conchoïde; dans les bancs supérieurs il est fragile et ses fragmens sont très-aigus.

On rencontre fréquemment dans le calcaire compacte à cassure indéterminée, un polype que je rapporte aux genres astroïte ou tubiporite à tubes hexagones réguliers; on y voit aussi quelques peignes et térébratules.

Les derniers bancs du calcaire fragile ne paraissent contenir aucune espèce de corps organisés.

Sur le dernier de ces bancs reposent les marnes de l'étage suivant; mais je ne me propose pas de les décrire ici, parce qu'elles n'existent plus, comme je l'ai déjà dit, dans les environs de Lons-le-Saunier.

Disposition géographique des terrains de la formation oolithique.

Les terrains dont la composition vient d'être décrite, forment le premier gradin de l'immense amphithéâtre que présente la chaîne du Jura, du

côté de la France ; la route de Lyon à Strasbourg, dans une étendue de plus de quatre myriamètres de part et d'autre de la ville de Lons-le-Saunier, est tracée précisément à son pied dans la direction du S. S. O. au N. N. E.

Au sud de la ville, le bord de ce gradin est sillonné profondément et divisé en côtes longitudinales couvertes à leur sommet de bois ou de montagnes.

Au nord il offre un vaste plateau échancré par quelques vallées transversales, et bordé de buttes et de collines bien cultivées ; ces collines peu élevées et situées dans le prolongement des côtes, sont presque toujours couronnées de quelques bancs de rochers jaunâtres peu étendus.

En observant avec soin les parois des vallées, j'ai reconnu dans toute leur étendue la succession des couches que je viens d'indiquer.

Les marnes sont presque par-tout masquées par la terre végétale ; on ne les aperçoit que dans quelques arrachemens, et jamais sur une grande étendue, de sorte que leur simple inspection peut laisser des doutes sur leur prolongement au-dessus de la masse du calcaire oolithique ; je les ai long-temps observées sans pouvoir prononcer sur cette question ; mais enfin, dans quelques points, notamment à l'est et au sud-ouest de Conliége, j'ai remarqué un passage insensible des bancs de calcaire marneux aux bancs oolithiques ; or, ceux-là sont subordonnés aux bancs de marne ; il est donc évident qu'ils appartiennent tous à la même formation. D'ailleurs, j'ai eu l'occasion de faire creuser sous le banc de mine de fer, et j'y ai toujours trouvé

les marnes, ce qui ne laisse plus aucun doute sur l'existence des bancs de marne au-dessous des bancs solides de calcaire oolithique.

La parfaite identité des couches de chaque côté des vallées prouve qu'elles étaient liées, et ne formaient originairement qu'un même massif.

La nature et la disposition respective de ces masses minérales étant bien connues, on peut conclure, sans avoir recours à aucune hypothèse, la manière dont les vallées ont été formées.

En effet, ces masses minérales ont été déposées par les eaux de la mer : c'est un fait prouvé par les animaux marins que l'on trouve dans toute leur étendue. Lorsque les eaux les abandonnèrent, les marnes dûrent se tasser sous le poids devenu plus considérable de la masse qui les recouvrait; leur faible ténacité présentant moins de résistance que celle des masses supérieures, les eaux les entraînèrent, se frayèrent des passages dans leur épaisseur, en y formant de vastes galeries.

Si l'on se représente l'épaisseur considérable des marnes, qui est en certains endroits de plus de 100 mètres; voici le tableau qui s'offre à l'imagination :

Un immense plateau sous lequel existent de vastes souterrains que l'eau ne cesse d'agrandir, s'affaisse à mesure que la marne se dérobe sous lui; les parties dépourvues de tout soutien, cédant à leur poids énorme, s'enfoncent, se brisent; les eaux entraînent leurs débris, les roulent au loin, laissant à leurs places de profondes ravines ou vallées. Les parties mieux soutenues

résistent, mais elles sont minées à leur pied; leurs bancs, portant à faux sur le bord des ruptures, se renversent, se placent dans des positions inclinées, se courbent et se contournent suivant la forme des terrains sur lesquels ils s'appliquent. De là les montagnes, et les formes variées que présentent leurs couches.

Les grottes qui existent dans la masse oolithique, sont dues à quelques-unes des galeries, dont le toit mieux soutenu ne s'est enfoncé que dans une partie de son épaisseur. Ce sont de vraies vallées souterraines.

Je n'ai point la vaine prétention de faire un système général. Je préviens que je n'applique mon raisonnement qu'aux terrains où j'ai observé les faits sur lesquels il est fondé.

Les vallées de Macornais, de Lons-le-Saunier, de Voiteur, etc., forment à leur origine les échancrures du plateau dont il a été question : elles se prolongent ensuite à travers des côtés et des collines.

L'aspect général de leurs parois élevées est celui d'un mur de rochers, qui est surmonté d'un terrain rocailleux presque vertical, couvert de landes, et depuis lequel descend, avec la pente uniforme des marènes, un coteau fertile, couvert d'excellentes vignes.

La ligne de jonction du mur de rochers avec l'espèce de contrefort qui part de son pied, est précisément à la séparation des deux masses énormes de calcaire et de marne; on est toujours assuré d'y trouver le banc de mine de fer oolithique; cette ligne suit les légères inflexions de leurs couches, dont la disposition, en général, s'écarte peu de l'horizontale.

L'action de l'air et de l'eau désagrégeant les

marnes qui supportent les bancs calcaires, a dû miner le pied de l'escarpement, jusqu'à ce que les éboulemens qui recouvraient les marnes de débris les eussent mises à l'abri de la détérioration atmosphérique; depuis lors les talus se sont recouverts de terre végétale, et ils n'ont plus été exposés que de loin en loin aux ravages des éboulemens.

Si l'on observe maintenant que la masse calcaire est fendillée dans tous les sens perpendiculairement à ses assises, et qu'elle se brise en prismes droits, on verra pourquoi les escarpemens sont toujours perpendiculaires aux bancs; et la forme régulière et constante que présentent les parois des vallées n'aura plus rien de surprenant.

La partie supérieure de la troisième des vallées dont on vient de faire mention, connue sous le nom de *Roche de Baume*, paraît être beaucoup moins ancienne que les autres; les escarpemens offrent des surplombs considérables qui déterminent de fréquens éboulemens; les débris forment des talus parfaitement réguliers de 45 degrés de pente, qui ne sont recouverts de terre végétale en aucun point; et il est probable que des siècles s'écouleront encore avant qu'ils puissent être cultivés.

La forme de ces vallées présente les mêmes sinuosités qu'une rivière qui serpente; les angles saillans de l'un des bords correspondent aux angles rentrans de l'autre. Si l'on néglige ces déviations partielles, il n'y a que deux directions principales, l'une du sud au nord, comme celle des vallées longitudinales, et l'autre du sud-est au nord-ouest.

Il est assez remarquable qu'où se fait le changement de la première direction dans la seconde, on trouve ordinairement à l'est une petite vallée accessoire, arrondie en forme de golfe.

On peut observer ce fait dans la vallée de Macornais en face de Moyron, dans celle de Lons-le-Saunier en face de Ravigny et de Conliége, et dans celle de Voiteur en face de l'Abbaye de Baume, et au-dessus de Nevy.

Cela n'indiquerait-il pas que les eaux de la mer se seraient retirées de cette contrée suivant la direction générale du sud au nord ? que les courans intérieurs qui ont dû se former au milieu des marnes, ayant éprouvé des obstacles en certains points, se seraient d'abord jetés à droite et à gauche de leur direction, mais que n'ayant pas pu se frayer de passages à l'est, ils y auraient seulement formé des espèces de cirques en revenant sur eux-mêmes, pour se précipiter totalement au nord-ouest ?

On aperçoit dans le petit golfe de Revigny, l'entrée d'une grotte profonde, composée de chambres souterraines immenses, situées dans la direction du sud au nord, et communiquant entre elles par des couloirs plus ou moins étroits.

La rivière de la Seille qui coule au fond de la vallée de Voiteur sort d'une grotte absolument semblable.

Si l'on observe que cette dernière est située précisément au nord de la première, c'est-à-dire, dans la direction suivant laquelle se sont retirées les eaux de la mer, il paraîtra bien vraisemblable que ces deux grottes communiquent entre elles et n'en forment qu'une seule.

Une espèce de lac souterrain a empêché jus-

qu'à présent de vérifier si cette conjecture est bien fondée

Il est très-probable que les roches de Baume dont il vient d'être question, formaient la suite de la grotte de la Seille, et qu'elles se sont enfoncées beaucoup plus tard que les autres excavations du reste de la vallée de Voiteur.

Les masses calcaires de cette formation sont traversées dans toute leur hauteur par des fentes très-nombreuses; il en résulte que le plateau ne retient pas les eaux pluviales à sa surface; elles s'infiltrent jusqu'aux bancs de marne, et donnent naissance à quantité de sources toujours situées au pied des escarpemens de rochers.

C'est là la cause pour laquelle il n'existe ni fontaines, ni ruisseaux, sur toute l'étendue du plateau, ce qui réduit les habitans des villages à ne consommer que de l'eau de citerne.

Il en résulte encore que les terres sont plus légères et peu propres à la culture du blé.

Enfin les eaux, en pénétrant dans les grottes, dégradent lentement leurs parois, et produisent à la longue des enfoncemens semblables à ceux que j'ai fait connaître dans la formation du calcaire à gryphytes.

Le premier étage de la formation oolitique n'est point complet dans le voisinage de la ville de Lons-le-Saunier; le plateau s'élève à l'origine de la vallée jusqu'aux bancs d'entroques et de térébratules, au-dessus de Conliége jusqu'aux bancs minces et réguliers de calcaire compacte qui le précède; il est plus bas encore au-dessus Périgny.

Il atteint à Saint-Maure, à Crançot et jusqu'auprès de Mirbel, la hauteur des bancs oo-

lithiques et greuus qui fournissent la meilleure pierre de taille.

On trouve les bancs compactes à cassure indéterminée et à cassure conchoïde près de ce dernier village ; ils produisent la chaux la plus estimée du pays.

La vallée de Lons-le-Saunier, après avoir été encaissée jusqu'à la limite du plateau, s'ouvre tout-à-coup à droite, près du village de Périgny.

Cette limite, éloignée de 2 kilomètres, à l'est de la ville, passe par les villages de Pannessière, de Lavigny, de Voiteur et de Frontenay ; elle se jette ensuite un peu à l'est vers Poligny et Arbois.

A gauche de la vallée, le plateau se prolonge jusqu'à Montaigu en formant une jetée arrondie qui sépare les deux bassins de Lons-le-Saunier et de Macornais.

Au-delà de la limite du plateau, le bassin de Lons-le-Saunier est bordé à gauche par quatre côtes longitudinales, dirigées du sud au nord, et qui sont liées entre elles et à la jetée de Montaigu, par des cols peu élevés; il est évasé à droite et limité par des collines très-surbaissées.

Les terrains oolithiques ont été, dans cette partie, presque entièrement arrachés : il n'en reste plus sur la formation des gryphytes que quelques lambeaux épars formant les buttes de Montmorot, de Pimont, de l'Etoile, les collines de Chilles, du Pin, de Montfin, de Plainoiseau, d'Arlay, etc. Ce sont, pour ainsi dire, les témoins du grand terrassement qui a déchiré le plateau lorsqu'il recouvrait toute cette contrée.

Les terrains du calcaire à gryphytes ont été mis à nu dans la plus grande partie de cette

étendue : je ferai observer que par-tout où l'on peut apercevoir la jonction des premières marnes de la dernière formation sur les terrains à gryphytes, on les trouve disposées par couches parallèles aux portions de bancs sur lesquelles elles reposent, et partagées en petits prismes qui ressemblent parfaitement à des pavés.

Cette remarque avait, pendant quelque temps, ébranlé mon opinion sur la distinction des deux formations ; mais je me suis convaincu depuis, que ce parallélisme n'appartenait qu'aux premières couches déposées sur le sol à gryphytes, et que bientôt après les marnes n'offraient plus cette corrélation.

On acquiert d'ailleurs la preuve la plus complète de la différence de formation de ces deux espèces de terrains, en voyant les bancs des plus anciens percer le pied du talus de marnes coquillères, entre Conliége et Périgny ; percer jusqu'au-dessus des bancs bitumineux à la butte de Pimont, en présentant une inclinaison de 50 degrés à l'est, tandis que ceux-ci penchent en sens contraire ; en les voyant s'élever jusqu'auprès des bancs oolithiques à Montaigu, jusqu'aux marnes du second étage à Salins, et beaucoup plus haut encore dans d'autres lieux.

J'ajouterai enfin que l'on trouve, à deux pas au nord-est de Lons-le-Saunier, des bancs de marnes coquillères pyriteuses parfaitement horizontaux, et que l'on voit sortir du sol, à moins d'une portée de fusil de distance au nord de ce point, des bancs verticaux de calcaire à à gryphytes, qui passent nécessairement au-dessous des premiers, sans varier sensiblement de situation ; ce qui fait voir clairement que les

marnes coquillères pyriteuses, et par conséquent tous les terrains oolithiques, n'existaient pas encore lors du renversement des bancs de gryphytes.

Ce serait ici le lieu de décrire les positions singulières dans lesquelles se trouvent les couches renversées des masses énormes de calcaire oolithique; mais, pour ne pas trop prolonger l'étendue de ce mémoire, je n'entreprendrai point de traiter ce sujet avec tous les détails dont il serait susceptible; je me bornerai à citer les exemples suivans :

La jetée de Montaigu avec la première côte longitudinale qui s'y rattache, forme une anse située sur le prolongement de la première direction de la vallée de Macornais; les eaux, en descendant de Vernantois, ont déterminé le renversement des couches de cette côte vers l'est, et entraîné dans le bassin de Lons-le Saunier les marnes oolithiques qui recouvraient la jetée, en laissant, comme un témoin de leur existence, quelques restes de bancs à la sortie du village sur les terrains à gryphytes; ceux-ci n'ayant pu être rompus, les eaux ont été forcées de revenir sur elles-mêmes et de recouper, pour rentrer dans la vallée de Macornais, une masse considérable de bancs qui était liée à la partie supérieure de la côte, et qui forme présentement une butte isolée en face du village de Moyron.

Au-delà de Macornais la vallée s'ouvre beaucoup à droite; ses eaux, rejetées par le courant qui est descendu du village de Vaux sur le revers ouest de la côte de Munsy, ont causé le renversement de ses couches à l'ouest sud-ouest.

Dans la partie de cette côte qui regarde la ville de Lons-le-Saunier, l'inclinaison est très-

faible; mais elle va toujours en croissant lorsqu'on s'avance vers l'autre extrémité; dans la carrière du Paradis, située en face de Macornais, on trouve les bancs de calcaire à entroques et térébratules inclinés de plus de 45 degrés.

Les bancs de calcaire compacte et oolithique qui recouvrent ces derniers et qui approchent beaucoup du calcaire fragile, forment à l'ouest une butte dont la stratification est assez confuse, et qui n'est pas entièrement détachée de la côte.

Il est fort remarquable que cette espèce de promontoire, d'où la vue s'étend sur toute la largeur des plaines de la Saône, repose immédiatement sur des bancs horizontaux de calcaire à gryphytes, dont un escarpement de 6 à 8 mètres de hauteur sur 100 mètres de longueur perce les vignes au pied même du promontoire.

Ce fait prouve avec la dernière évidence que les bouleversemens des terrains de la formation oolithique ne peuvent pas être dus à une cause intérieure, telle que les tremblemens de terre.

Mont-Orient, situé au midi de Lons-le-Saunier, derrière le village de Courbouzon, offre des renversemens de couches fort curieux.

Ce mont intercepte la communication de deux vallées longitudinales situées dans le prolongement l'une de l'autre, et présente du côté de Courbouzon un escarpement très-élevé, de deux systèmes de bancs renversés à l'est et à l'ouest, sur le fond de la vallée inférieure, et appuyé contre ses parois, dont les couches sont elles-mêmes inclinées vers le centre à gauche, et horizontales à droite.

Pour se rendre compte de ce singulier bouleversement, il suffit d'imaginer que les eaux qui

sont descendues de Saint-Laurent vers Courbouzon, ayant formé, dans cette partie fort large de la vallée, deux galeries au lieu d'une, séparées par un massif, soit de bancs de gryphytes, soit de marnes plus solides qu'ailleurs, de chaque côté duquel l'affaissement aurait eu lieu comme dans deux vallées différentes, et qu'au-delà les deux courans réunis aient entraîné la totalité des bancs dépourvus de tout soutien.

Ces bancs, arc-boutés les uns contre les autres, opposèrent une telle résistance aux eaux, qu'elles furent forcées de s'ouvrir un passage à l'ouest près du village de Gevingé.

Les bancs de la droite de ce mont se trouvent renversés sous plusieurs angles différens; ils présentent d'abord une inclinaison d'environ 40 degrés, puis elle passe 75. Enfin, les bancs compactes et oolithiques sont dans une position absolument verticale; ceux de la gauche sont plus affaissés que les premiers, mais ils n'offrent qu'une seule inclinaison.

La maison de campagne de feu M. le pair de France Vernier est située au sommet de ce mont, à la séparation des deux systèmes de bancs renversés.

C'est à son pied que l'on exploite, dans la formation du calcaire à gryphytes, la carrière de gypse de Courbouzon.

Je dois prévenir, avant de terminer ce mémoire, que les deux formations des terrains de la chaîne du Jura avaient déjà été indiquées par plusieurs géologues; mais je ferai remarquer en même temps, qu'ils considéraient celle qui renferme les gryphytes, comme étant plus moderne que celle du *calcaire compacte, proprement dit*

du Jura, qui se brise aisément en éclats conchoïdes.

La cause de cette erreur tenait à ce que l'étendue et les limites respectives de ces formations n'étant point connues, on supposait d'abord les corps organisés excessivement rares dans la seconde et très-abondans dans la première, ensuite les couches plus généralement horizontales dans celle-ci que dans celle-là; de sorte que la formation du calcaire, dont les couches affectent une structure arquée, paraissait se rapprocher des terrains de transition, tandis que celle du calcaire à gryphytes était regardée, avec raison, comme un terrain secondaire dans toute la force du terme.

Le fait géologique le plus important que j'ai constaté dans ce mémoire, et dont le creusement des vallées et des grottes de cette contrée a dû être une conséquence nécessaire, était inconnu: je veux parler de l'existence de masses énormes de bancs de marne, sous le calcaire à gryphytes, et sous les différens étages de calcaire oolithique; il fallait, pour expliquer ces grands effets, avoir recours à des hypothèses purement gratuites.

Enfin, ces marnes, qui semblent toujours être en recouvrement, soit au fond des vallées, soit au pied des plateaux ou à leur sommet, n'étaient pas distinguées, quant à leur formation, de celles qui se trouvent en lits irréguliers parmi les argiles, les sables et les terres graveleuses; on les regardait comme ayant été déposées postérieurement au creusement des vallées.

Il en résultait que les masses gypseuses du Jura, qui sont les plus anciennes de toutes les masses minérales de cette chaîne, paraissaient être d'une formation infiniment plus moderne.

Ce travail est fort incomplet, et se ressent beaucoup de la précipitation avec laquelle il a été rédigé; mais le sujet est tellement vaste, qu'il aurait fallu plusieurs années encore d'observations et d'études, pour faire connaître l'immense quantité de fossiles qui existent dans les environs de Lons-le-Saunier, et pour décrire convenablement les terrains couche par couche.

Le but, beaucoup plus restreint, que je me suis proposé, sera rempli, si ce mémoire peut servir à détruire quelques erreurs qui s'étaient accréditées sur la constitution géologique de ces montagnes, et s'il peut rendre par la suite son étude plus facile.

ANALYSE

Du phosphate de fer qu'on obtient dans la fabrique de vitriol de Wissant (département du Pas-de-Calais), *et des pyrites mêlées de phosphate de chaux qu'on traite dans cette fabrique ;*

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

PENDANT long-temps, on a éprouvé les plus grandes difficultés à Wissant pour faire cristalliser le sulfate de fer. Pendant l'évaporation, il se faisait un dépôt qui s'attachait au fond des chaudières en croûtes, épaisses quelquefois de plusieurs centimètres; les dissolutions concentrées étaient grasses et très-acides; lorsqu'on les étendait d'eau, elles se troublaient, et, si on les concentrait de nouveau, elles redevenaient limpides. La matière du dépôt a été examinée à diverses époques par plusieurs chimistes; mais aucun n'avait reconnu sa nature. M. Longchamp, ayant pris pendant quelque temps la direction de l'établissement de Wissant, porta son attention sur cette matière, et il a trouvé qu'elle était essentiellement formée de phosphate de fer, et que c'était ce phosphate qui, en se dissolvant dans les liqueurs devenues fortement acides par leur longue exposition à l'air, s'opposait à la cristallisation du sulfate de fer. Dès-lors, il lui a été facile d'imaginer un moyen de s'en débarrasser, et il a parfaitement réussi en neutralisant les eaux, soit par la ferraille, soit par le carbonate de

chaux. Le phosphate de fer, qui n'est retenu en dissolution qu'à la faveur de l'excès d'acide, est complétement précipité par l'un de ces agens, et les dissolutions donnent ensuite très-facilement une belle cristallisation de sulfate de fer.

M. Flachat, propriétaire de la fabrique de Wissant, ayant envoyé, il y a un an, au laboratoire de l'Ecole royale des Mines, des échantillons du dépôt qui se forme dans les chaudières, et de toutes les pyrites dont il fait usage, nous avons analysé le dépôt; et, ayant reconnu qu'il était tel que M. Longchamp l'avait annoncé, nous avons analysé les minerais, pour chercher à rendre compte de la production du phosphate de fer. Nous pensions d'abord qu'il était possible que les pyrites continssent du phosphure de fer, ce qui aurait été fort remarquable; mais nous avons bientôt reconnu que ces pyrites étaient de même nature que les pyrites ordinaires, qu'elles ne contenaient pas de phosphore, et que c'était à la gangue de l'une d'elles, contenant beaucoup de phosphate de chaux, qu'il fallait attribuer la présence du phosphate de fer : le phosphate de chaux est décomposé par l'acide sulfurique en excès qui existe toujours dans les minerais grillés, et le phosphate acide de chaux qui en résulte est décomposé lui-même en totalité par le sulfate de fer. Le phosphate de fer reste en dissolution dans les lessives, qui ne paraissent pas retenir une quantité notable de sulfate de chaux, et il se dépose par la concentration, d'autant plus abondamment, qu'étant d'abord à base de protoxide, il se change peu-à-peu en grande partie, par le contact de l'air, en phosphate de peroxide, qui est beaucoup moins soluble que le premier.

Nous allons faire connaître les résultats de nos analyses :

Dépôt des chaudières.

1°. *Dépôt des chaudières.* Cette matière ressemble à une pierre à plâtre grossière ; elle est en morceaux de quelques centimètres d'épaisseur ; sa cassure est grenue et terne, d'un blanc sale, rougeâtre dans quelques parties et verdâtre dans d'autres : on la raye facilement avec l'ongle. Elle a une saveur vitriolique qui est évidemment due à du sulfate de fer mélangé, et qui lui donne quelquefois la texture cristalline.

Réduite en poudre et lavée à grande eau, elle laisse un dépôt pulvérulent, d'un gris verdâtre clair lorsqu'on le dessèche lentement à l'air, et qui devient d'un rouge plus ou moins foncé par la calcination dans le creuset de platine. La liqueur est très-fortement acide : elle produit par cristallisation environ 0,16 de sulfate de fer. L'eau mère, évaporée fortement à siccité, laisse dégager de l'eau et beaucoup d'acide sulfurique, et il reste environ 0,01 d'oxide rouge de fer, renfermant une trace d'alumine et d'acide phosphorique. Les proportions sont :

Dépôt desséché	0,68
Sulfate de fer cristallisé	0,16
Eau et acide sulfurique	0,15
Oxide de fer	0,01
	1,00

Le dépôt pulvérulent, desséché à l'étuve, perd par la calcination 0,21 à 0,22 d'eau sans s'agglomérer ; il prend une teinte de rouge qui n'est pas la même pour tous les échantillons : cette teinte est tantôt très-claire et tantôt d'un rouge d'ocre assez foncé. On en a analysé un

échantillon d'une teinte claire, et on a obtenu :

Peroxide de fer	0,545
Phosphate d'alumine.	0,015
d'où Acide phosphorique.	0,440
	1,000

Cent parties ont produit 95,5 de phosphate de chaux. Dans les échantillons de couleur foncée, on trouve les mêmes principes; mais l'oxide de fer y existe en plus grande proportion : l'acide phosphorique, qu'on peut en extraire, donne un très-beau précipité jaune serin avec le nitrate d'argent, et ne contient pas un atome d'acide arsenique (1). Il est évident, d'après le résultat de cette analyse, et d'après la manière dont le dépôt gris se comporte au feu, que ce dépôt est un mélange, en proportions variables, de phosphate de peroxide de fer et de phosphate de protoxide, contenant chacun de l'eau de cristallisation, et que, par la calcination, ce même dépôt, perdant de l'eau et absorbant de l'oxigène, se change en phosphate de peroxide avec excès d'oxide. Les phosphates mélangés doivent être, l'un le phosphate de peroxide, qui est composé de :

Peroxide de fer.	0,533
Acide phosphorique.	0,467

ou d'un atome de chaque élément; et l'autre le phosphate de protoxide, qui contient :

Protoxide de fer.	0,596
Acide phosphorique.	0,404

ou trois atomes de base pour deux atomes d'acide. Ces deux phosphates se forment ordinairement dans les mêmes circonstances.

(1) On s'est assuré aussi que le phosphate de fer de Wissant, lavé, ne retient pas un atome d'acide sulfurique.

Sous-phosphate de protoxide de fer fondu.

Lorsqu'on chauffe le phosphate de fer de Wissant, calciné, dans un creuset brasqué de charbon, il se réduit en partie : si l'on opère sur 30 à 40 grammes, il ne perd que 0,25 à 0,30 de son poids; si l'on opère sur 15 à 20 grammes, il perd 0,38 à 0,42; enfin, si l'on n'en emploie que 5 à 6 grammes, il perd encore davantage, et se réduit complétement en phosphure. Quand la réduction est incomplète, le culot est formé de phosphure de fer en gros globules bulleux, d'un blanc métallique très-éclatant, cristallisé et très-fragile; et d'une matière compacte, cristalline dans quelques parties, ayant à sa surface un luisant qui annonce qu'elle a éprouvé une fusion complète, dure et d'un blanc grisâtre. Cette matière est du sous-phosphate de protoxide mélangé d'un peu de phosphate d'alumine; en la chauffant de nouveau en petites masses dans un creuset brasqué, on peut la réduire complétement.

Le sous-phosphate de protoxide fondu devient brun, lorsqu'on le grille après l'avoir réduit en poudre; mais il n'augmente que de 0,02 à 0,03 dans cette opération. L'acide nitrique ne l'attaque pas à froid; mais, à l'aide de la chaleur, il le change en phosphate de peroxide avec excès de base : 2 grammes, traités de cette manière dans une capsule de platine, puis calcinés au rouge, ont augmenté de 0g,13 (6,5 pour 100), et sont devenus d'un rouge foncé. Cette augmentation de poids, due à l'absorption de l'oxigène par le protoxide de fer, indique environ 0,60 de ce protoxide.

2g de ce sel suroxidé par l'acide nitrique, provenant de 1g,80 du sel fondu, traités par la potasse au creuset d'argent, ont donné 1g,21 de

tritoxide de fer, 0^{r},06 de phosphate d'alumine, et par conséquent 0^{r},73 d'acide phosphorique. Il résulte de là, que le sous-phosphate fondu est composé de :

Protoxide de fer.	0,58
Acide phosphorique.	0,39
Phosphate d'alumine.	0,03
	1,00

Indépendamment du mélange de phosphate d'alumine, c'est donc le même phosphate que celui qui est précipité par l'ammoniaque, ou les sous-carbonates, des dissolutions qui contiennent du protoxide de fer et de l'acide phosphorique; le même que celui que Klaproth a trouvé avec eau de cristallisation à Ekartzberg (1); enfin, c'est le sous-phosphate formé de 3 atomes de base et 2 atomes d'acide, et que l'on trouve, par la théorie, être composé de :

Protoxide de fer.	0,596
Acide phosphorique.	0,404 (2)

Ces expériences font voir que le phosphate de peroxide, avant de se réduire en phosphure par le charbon, se change en phosphate de protoxide. Dans ce changement, il perd un peu plus du cinquième de son poids et abandonne le tiers de l'acide phosphorique qu'il contient : cette portion d'acide en se réduisant par le charbon peut produire près des sept centièmes du poids du phosphate, de phosphore. Le phosphate de protoxide se transforme, par la réduction, en phosphure de

(1) *Journal des Mines*, tome XXVIII, pag. 78 à 83.

(2) Dans le phosphate de protoxide comme dans le phosphate de peroxide, la quantité d'oxigène de la base est à la quantité d'oxigène de l'acide : : 3 : 5.

fer, qui contient 0,20 à 0,22 de phosphore : d'après cela, la quantité de phosphure produit doit être à celle du phosphate comme 54 est à 100, et la portion de phosphore volatilisé est à-peu-près le tiers de tout le phosphore contenu dans le phosphate; enfin, lorsqu'on réduit complétement le phosphate de peroxide de fer par le charbon, on doit obtenir 0,475 de phosphure de fer, et 0,104 de phosphore; c'est-à-dire, autant de phosphore qu'en contient le phosphure, et par conséquent moitié de la quantité qu'en renferme le phosphate. On voit encore que la moitié de la quantité totale de phosphore, que fournit le phosphate de peroxide, se volatilise pendant la transformation de ce phosphate en phosphate de protoxide, et l'autre moitié pendant la réduction complète de celui-ci.

On exploite, pour l'établissement de Wissant, cinq variétés de minerais qui se trouvent sur les bords de la mer, ou à peu de distance de la côte, entre les caps qui portent les noms de Blaucnez et de Grisnez. Les gisemens de ces minerais n'ont pas encore été décrits : il paraît que la plupart proviennent de la craie, ou au moins du terrain le plus ancien parmi ceux qui recouvrent la craie. Minerais.

1°. *Première variété.* Cristaux mal déterminés, groupés confusément, et de la couleur des pyrites ordinaires; elle est composée de : 1re. Variété.

Argile.	0,174
Fer.	0,383
Soufre.	0,428
	0,985

2°. *Deuxième variété.* En morceaux arrondis et roulés, à cassure grenue et presque terreuse, d'un gris foncé, nuancé d'une teinte jaune mé- 2e. Variété.

tallique. On la ramasse au pied des falaises. Elle contient :

Argile.	0,214
Sulfure de fer.	0,786
	1,000

3e. Variété. 3°. *Troisième variété.* En morceaux globuleux de diverses grosseurs, hérissés de cristaux mal formés, à cassure fibreuse et rayonnée, et de la couleur de la pyrite ordinaire; elle contient, comme la précédente, 0,20 d'argile.

4e. Variété. 4°. *Quatrième variété.* Morceaux amorphes avec indices de cristallisation à la surface, d'une couleur beaucoup plus blanche que celle de la pyrite ordinaire; ce qui faisait croire qu'elle était d'une nature particulière. On y a trouvé :

Argile.	0,085
Fer.	0,420
Soufre.	0,475
	0,980

d'où l'on voit qu'elle contient la même proportion relative de soufre et de fer que la pyrite ordinaire.

Aucune de ces quatre variétés ne contient de phosphore, ni de phosphates.

On a réuni les diverses doses d'argile qu'on en avait extraites, et on a analysé le mélange, qui a donné :

Silice.	0,90
Alumine et un peu de fer. .	0,07
Eau et perte.	0,03
. . . .	1,00

La petite proportion d'alumine que renferme l'argile explique pourquoi le sulfate de fer de Wissant ne contient presque jamais de sulfate d'alumine, ni d'alun.

5e. Variété. Chaux phosphatée. 5°. *Cinquième variété.* Masses globuleuses, ordinairement de la grosseur du poing, hérissées

de cristaux de pyrites mal prononcés; cloisonnées à l'intérieur, et présentant des veines de pyrite ordinaire cristalline et brillante, au milieu d'une matière pierreuse, compacte, grenue ou écailleuse, noire ou grise, et souvent traversée par des petits filons de chaux carbonatée laminaire blanche. Ce minéral, poli, produirait un fort bel effet; il est fort abondant, et on le trouve en couche horizontale avec des matières d'alluvion.

Il est aisé d'en extraire de la matière pierreuse pure par le triage. Quant à la pyrite, elle reste toujours adhérente avec une portion de cette matière; mais, en la traitant par l'acide muriatique, qui ne l'attaque pas, on en sépare du phosphate et du carbonate de chaux, et elle ne reste plus mélangée que d'un peu d'argile.

La pyrite, ainsi traitée, a été trouvée composée de :

Argile.	0,180
Fer.	0,384
Soufre.	0,393
Eau, bitume et un peu de soufre.	0,043
	1,000

Cette pyrite a donc, ainsi que la précédente, la même composition que le persulfure ordinaire.

La matière pierreuse fait effervescence avec les acides, qui en dissolvent la plus grande partie, et laissent en résidu une argile colorée en noir par une matière combustible, qui paraît être de nature animale. L'analyse a donné :

Phosphate de chaux.	0,574
Carbonate de chaux.	0,092
Argile calcinée.	0,214
Matière noire combustible, environ.	0,030
Eau et perte.	0,090
	1,000

L'argile est de même nature que celle qui se trouve avec les autres pyrites.

On n'avait pas encore trouvé la chaux phosphatée en France; son existence dans un terrain aussi nouveau est remarquable. La variété de Wissant devra être nommée *chaux phosphatée argilo-bitumineuse*. Indépendamment du mélange d'argile et de chaux carbonatée, cette chaux phosphatée paraît avoir la même composition que la phosphorite d'Estramadure, composition très-différente de celle de l'apatite.

Le minerai n°. 5 est le seul qui contienne du phosphate de chaux : il serait très-aisé de se débarrasser de cette substance, et par conséquent d'éviter la formation du phosphate de fer, qui rend la fabrication du sulfate de fer si difficultueuse, en bocardant le minerai et le soumettant ensuite au lavage : comme le phosphate de chaux est beaucoup plus léger que la pyrite, il se séparerait très-aisément et à peu de frais, et on obtiendrait un schlich parfaitement pur. Ce moyen, si toutefois on a à Wissant le moteur et les eaux nécessaires, nous semblerait préférable à ceux qu'on a proposés (la saturation de l'acide en excès par la chaux ou le fer). En effet, on conçoit qu'en employant le minerai tel qu'il est, une grande partie de l'acide sulfurique et de l'oxide de fer, qui proviennent du grillage de la pyrite, est consommée en pure perte; savoir, l'acide sulfurique en formant du sulfate de chaux avec la base du phosphate, et l'oxide de fer en saturant l'acide phosphorique; et comme la proportion du phosphate de chaux est considérable, la perte doit réellement être très-grande.

Sur un nouveau gisement du fer carbonaté ;

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

IL y a dans le département de l'Yonne, auprès du village de Pourain, à 7 ou 8 kilomètres d'Auxerre, une minière d'ocre, qui fait partie d'un terrain tertiaire assez étendu et qui repose sur un calcaire argileux compacte de seconde formation. Je publierai incessamment une description de ce terrain tertiaire, que je crois être à-peu-près contemporain avec l'argile plastique; mais je ne me propose actuellement que de faire connaître une des substances minérales que j'y ai rencontrées; cette substance n'avait pas encore été observée dans un pareil gisement.

On remarque au milieu du banc d'ocre, ou plutôt dans les argiles sablonneuses ocracées qui avoisinent l'ocre, des rognons et des masses arrondies de forme irrégulière, quelquefois fort grosses, qui sont répandues çà et là et sans suite. La matière qui les compose est brune, sans aucun éclat, d'une faible dureté et fort pesante; elle se désagrége promptement à l'air et s'égrène assez facilement sous les doigts. Au premier coup d'œil on est porté à la regarder comme formée d'un mélange d'argile bitumineuse et de pyrites en grains tellement petits, qu'ils ne peuvent plus présenter le moindre éclat métallique; mais

un examen plus attentif fait voir que ce minéral a une structure globuleuse comme les minerais de fer en grains et la pierre calcaire oolithe. Les globules sont fort petits et très-faiblement agglutinés par un léger enduit d'une argile grise qui se délaye promptement dans l'eau. Lorsqu'on traite une portion du minéral tombé en poussière à l'air, par l'acide muriatique, la couleur brune disparaît aussitôt, et l'on distingue aisément les globules qui sont de couleur blonde claire comme le fer carbonaté spathique pur; il se dissout ensuite avec effervescence lente et presque en totalité. On y trouve par l'analyse :

Peroxide de fer........	0,570	*ou*	Carbonate de fer.....	0,812
Oxide rouge de mang..	0,040		Carb. de manganèse.	0,058
Perte par calcination...	0,280		Eau.............	0,020
Argile.............	0,110		Argile...........	0,110
Chaux et magnésie....	0,000			
	1,000			1,000

C'est donc un véritable fer carbonaté que l'on peut désigner sous le nom de *fer carbonaté argileux globuleux* ou *oolithe*.

Jusqu'ici le fer carbonaté n'avait été rencontré que 1°. dans les terrains anciens; 2°. dans les grès houillers; et 3°. disséminé en petite quantité dans la masse du calcaire qui recouvre ceux-ci; il faut reconnaître maintenant que cette espèce est du petit nombre de celles que la nature a pu produire à toutes les époques où elle a formé sur le globe des dépôts de substances minérales.

DESCRIPTION

Des procédés employés dans la fabrication du fer-blanc;

Par Samuel PARKES.

(Extrait d'un Mémoire lu à la Société philosophique de Manchester.)

Le fer en barres anglais destiné à la fabrication du fer-blanc, et que l'on désigne par le nom de *fer à étain* (*tin-iron*), doit être de la meilleure qualité. On le prépare généralement avec du charbon de bois, au lieu de charbon de terre, et on porte le plus grand soin à sa fabrication. On commence par couper les barres de la longueur nécessaire, et on les réduit ensuite au laminoir, par un procédé qui est particulier à ce genre de fabrication, en feuilles d'une épaisseur et d'une forme convenables. On donne alors à ces feuilles, en les coupant avec des cisailles, les dimensions exigées dans le commerce. A mesure que l'ouvrier coupe les feuilles, il les empile, avec l'attention de séparer les caisses les unes des autres par une feuille mise en travers. Deux cent vingt-cinq feuilles forment une caisse; mais elles ne sont pas mises dans des caisses de bois à cette époque de l'opération. Les feuilles de fer passent ensuite, de l'atelier où on les a coupées, dans les mains du décapeur (*scaler*), qui les ploie une à une par le milieu, dans cette forme Λ, avant de les décaper pour les étamer, et pour

la commodité de les placer dans le fourneau à décaper, comme on va l'expliquer plus en détail.

Ce fourneau ou four est chauffé par la flamme d'un foyer d'une construction particulière, et c'est cette flamme qui décape les feuilles que l'on met dans le four par rangées de trois feuilles, jusqu'à ce que le four soit plein. Il est clair que si on les mettait à plat sur la sole du four, la flamme ne jouerait que sur une face de chaque feuille, tandis qu'étant pliées, comme on l'a déjà dit, elle agit également sur les deux faces. On peut remarquer ici que la forme de toutes les feuilles de fer-blanc, une sorte exceptée, est celle d'un parallélogramme, et que si une feuille de papier fort ou de carton, de 13 $\frac{3}{4}$ pouces de long sur 10 de large, est pliée à son centre sous un angle d'environ 60°, et posée ensuite sur ses deux bords extrêmes, on aura la forme d'une feuille n°. 1, convenablement disposée pour le four à décaper.

L'opération du *nettoyage* des feuilles (*cleansing*), comme on l'appelle, et qui précède celle destinée à enlever les écailles d'oxide, se commence en laissant les feuilles pendant quatre ou cinq minutes dans un mélange d'acide muriatique et d'eau, dans la proportion de 4 livres d'acide et de 24 d'eau. Cette quantité d'eau acidulée suffit généralement pour 1800 feuilles ou pour huit caisses de 225 feuilles chacune.

Après le séjour prescrit des feuilles dans la liqueur acide, on les en retire, et on les place sur le sol, trois dans une rangée, et alors, par le moyen d'une barre de fer placée au-dessous d'elles, on les porte dans le fourneau chauffé au rouge, où on les laisse jusqu'à ce que la chaleur

en ait détaché les écailles d'oxide; opération que l'on avait en vue en les soumettant à cette haute température.

Lorsque cet effet est produit, on pose les feuilles sur une aire où on les laisse refroidir. On les redresse ensuite et on les aplatit sur un bloc de fonte de fer. L'ouvrier connaît, à l'apparence des feuilles, pendant cette opération, si elles ont été bien décapées, c'est-à-dire, si la rouille ou oxide a été bien enlevée; car alors elles paraissent bigarrées de bleu et de blanc, en quelque sorte comme le papier marbré. L'opération qu'on vient de décrire s'appelle *décaper* (*scale*).

Comme il est impossible d'empêcher que pendant ce procédé les feuilles ne se voilent ou ne se défigurent, on les lamine une seconde fois entre une paire de cylindres de fonte de fer convenablement endurcie et d'un très-beau poli. Cette opération rend les deux faces des feuilles parfaitement unies, et leur donne une sorte de poli. Les cylindres ont chacun environ 17 pouces de longueur et 12 ou 13 de diamètre; mais je suis porté à penser que si leur diamètre était plus grand, ils rendraient les feuilles de fer plus planes, et favoriseraient beaucoup le travail sous tous les rapports (1).

Tous les cylindres qui sont employés dans cette fabrication pour laminer les feuilles, soit à chaud, soit à froid, sont des cylindres durs;

(1) Depuis que ceci est écrit, j'ai soumis mon manuscrit à une personne qui est intéressée pour beaucoup dans une manufacture de fer-blanc, et elle m'a dit que les cylindres que l'on y emploie pour laminer à froid ont 30 pouces de diamètre.

et il y a autant de différence entre une paire de cylindres de fonte de fer durs et une paire de cylindres doux, quoiqu'ils puissent provenir d'une même fusion, qu'il y en a entre l'acier et le fer. Les ouvriers m'ont appris que cette différence dans la dureté des cylindres est entièrement due à la manière de les couler; les cylindres doux sont coulés dans du sable, pendant que les cylindres durs sont formés en versant le métal dans une boîte épaisse de fonte de fer. Le métal, en venant en contact avec la boîte qui est froide, est refroidi assez brusquement pour que toute la surface du cylindre devienne très-dure. La différence dans la dureté de ces deux espèces de cylindres est si grande, que lorsqu'on les place sur le tour pour les égaliser, les tournures de l'un ont un huitième de pouce d'épaisseur, tandis que celles qui proviennent de l'autre ne sont pas plus épaisses que de très-fines aiguilles. La dureté de la fonte de fer variant ainsi suivant la nature du moule dans lequel on la coule, est une circonstance qui me paraît mériter une grande attention dans la fabrication d'une foule d'autres ustensiles dans les arts.

Ces cylindres sont employés sans chaleur; mais ils sont fixés très-solidement l'un sur l'autre, laissant seulement entre eux l'espace nécessaire pour faire passer les feuilles, afin qu'on puisse leur donner le plus grand degré de pression qu'il soit permis d'atteindre. Cette dernière opération se nomme *laminage froid*.

Lorsque les feuilles de fer ont subi cette opération, on les met une à une dans des auges remplies d'une préparation liquide appelée *lessive*.

C'est purement de l'eau dans laquelle on a fait

tremper du son pendant neuf ou dix jours, jusqu'à ce qu'il ait acquis une acidité suffisante. L'objet, en mettant les feuilles une à une dans les auges, est qu'elles soient en contact de toutes parts avec la lessive : on les y laisse sur leurs bords l'espace de dix ou douze heures; mais pendant ce temps on les retourne ou on les renverse une fois.

Au sortir de la lessive, on plonge les feuilles dans un mélange d'acide sulfurique et d'eau, dans des proportions qui varient suivant le jugement des ouvriers.

Le bassin dans lequel cette opération s'exécute est en lames épaisses de plomb, et son intérieur est divisé par des cloisons qui sont également en plomb : chaque division peut contenir environ une caisse de feuilles. Après avoir mis le mélange d'eau et d'acide sulfurique dans les divers compartimens du bassin, on y agite les feuilles pendant environ une heure, ou jusqu'à ce qu'elles soient devenues très-brillantes, et qu'elles n'aient plus aucune des taches noires qu'on remarque à leur surface avant leur immersion dans l'eau acidulée.

Cette opération exige cependant quelque habileté; car si les feuilles restent trop long-temps dans l'acide, elles se ternissent ou deviennent *vésiculées*, comme le disent les ouvriers; mais la pratique fait bientôt connaître à un opérateur soigneux l'époque à laquelle il doit les retirer. Néanmoins cette partie de la fabrication du fer-blanc est une des plus embarrassantes, en ce que peu de personnes aiment à s'y livrer, quoiqu'un bon ouvrier dans ce genre soit très-estimé de ceux qui l'emploient, et en obtienne un salaire

très-élevé. Il est nécessaire de remarquer que, dans ce procédé, ainsi que dans le précédent où l'on a employé l'eau acidulée avec de l'acide muriatique, on accélère l'opération en élevant un peu la température du bain. 30 à 40 degrés centigrades suffisent dans chaque cas : on se procure cette température au moyen de conduits échauffés qui circulent sous chaque bassin.

Les feuilles de fer, au sortir de l'acide sulfurique affaibli, sont placées dans l'eau pure où elles sont nettoyées avec du chanvre et du sable. Le but de cette opération est d'enlever tout l'oxide ou rouille qui aurait pu rester attaché à la surface des feuilles; car elles ne prennent point l'étain par-tout où il se trouve une particule de rouille ou même de poussière : on les met ensuite dans de l'eau fraîche pour les conserver jusqu'au moment de l'étamage, et les préserver de l'oxidation; car on a remarqué que lorsqu'elles sont bien propres, elles n'acquièrent aucune rouille, lors même qu'on les tiendrait immergées dans l'eau pendant un an (1).

Après ces diverses opérations préparatoires, on procède à l'étamage des feuilles de la manière suivante :

On met dans un pot de fer un mélange d'étain en saumons (*block-tin*) et d'étain en grains (*grain-tin*), jusqu'à ce qu'il le remplisse presque entièrement lorsqu'il est fondu, et l'on ajoute une quantité suffisante de suif ou de graisse pour former sur le métal fluide une couche d'environ

(1) Cette curieuse observation vient à l'appui de ce qui a été avancé dans un des cahiers des *Annales de Chimie*, que le fer dont la surface est parfaitement nette ne décompose pas l'eau. (R.)

4 pouces d'épaisseur. Cependant, comme quelques personnes pourraient ne pas connaître la différence qu'il y a entre l'étain en saumons et l'étain en grains, on doit remarquer, avant d'aller plus loin, que le métal connu dans le commerce par le nom d'*étain en saumons*, est préparé, soit avec le minéral nommé *minerai d'étain* (*tin-stone*), soit avec celui connu en Cornouaille sous le nom de *pyrites d'étain* (*tin-pyrites*); pendant que l'étain en grains s'obtient d'une mine en grains nommée *mine d'étain de lavage* (*stream tin-ore*), parce qu'on la trouve sous des couches d'un sol d'alluvion, dans des lieux bas où, par la suite des siècles, elle a été entraînée des collines par des torrens de pluie. La première espèce d'étain, qui est produite en plus grande abondance que l'autre, contient toujours une portion de fer, de soufre, et d'autres substances nuisibles, et n'est employée, à cause de cela, que pour des usages communs. L'étain en grains, au contraire, qui est à-peu-près exempt de toute impureté, et qui se vend ordinairement plus cher de 24 à 36 fr. par quintal, est employé dans la teinture et dans toutes les autres circonstances pour lesquelles il est nécessaire que l'étain soit pur. Je veux aussi faire remarquer que, dans mon opinion, il serait plus avantageux au propriétaire d'une manufacture de fer-blanc d'employer de l'étain en grains seul, ou mêlé avec l'étain connu sous le nom d'*étain raffiné*, parce que ces deux espèces non-seulement sont plus pures, mais que, comme je l'ai reconnu par ma propre expérience, elles se fondent en un métal plus liquide. Il résulte de cette propriété que, pendant l'étamage, il res-

terait moins d'étain adhérent aux feuilles de fer, et que la consommation de ce métal serait moins considérable. Dans ce moment, les fabricans de fer-blanc emploient l'étain en saumons et l'étain en grains à parties égales.

Lorsque le pot de fer a été chargé d'étain de la manière qu'on vient d'indiquer, on le chauffe au moyen d'un foyer placé au-dessous de son fond, et de conduits qui règnent autour de sa surface extérieure : on porte la chaleur aussi loin qu'il est possible sans enflammer la graisse qui couvre l'étain en fusion. L'usage de la graisse est de préserver l'étain de l'action de l'air, et conséquemment de prévenir son oxidation. En fondant un peu d'étain ou de plomb dans une cuiller de fer, et en mettant un morceau de suif sur le métal fluide, après en avoir enlevé la crasse, on reconnaîtra aisément la propriété qu'a le suif d'éclaircir la surface métallique. Les ouvriers disent aussi qu'il augmente l'affinité du fer pour l'étain, ou, encore, que les feuilles de fer prennent beaucoup mieux l'étain.

Il est curieux que la *graisse brûlée* (*burnt grease*), ou quelque espèce que ce soit de graisse empyreumatique, produise cet effet beaucoup mieux que le suif frais.

Un autre pot qui est fixé à côté du pot à l'étain est rempli seulement avec de la graisse : on y plonge une à une les feuilles préparées comme on vient de le dire, avant de les traiter par l'étain; et lorsque le pot en est entièrement rempli, on les y laisse aussi long-temps que le maître-ouvrier le juge nécessaire. Si elles restent une heure dans la graisse, on trouve qu'elles s'étament beaucoup mieux que lorsqu'on leur donne un temps plus court.

De ce pot on les passe dans le pot à l'étain avec la graisse adhérente à leur surface, et on les place dans une position verticale. On met ordinairement dans ce pot 340 feuilles, et on les y laisse une heure et demie pour qu'elles soient bien étamées; mais quelquefois il faut plus de temps pour compléter cette opération.

Lorsque les feuilles sont restées un temps suffisant dans l'étain en fusion, on les ôte et on les place sur une grille de fer, afin que le métal superflu puisse s'en écouler; mais, malgré cette précaution, elles retiennent toujours, lorsqu'elles sont refroidies, plus d'étain qu'il ne faut, et on l'enlève par un procédé subséquent appelé *lavage* (*washing*). Comme ce procédé est un peu compliqué, il est nécessaire de le décrire avec quelques détails.

D'abord, le laveur prépare un pot de fer qu'il remplit presque entièrement avec le meilleur étain en grains fondu; un second pot contient du suif en fusion pur, ou du lard exempt de sel; un troisième ne renferme rien qu'un grillage pour recevoir les feuilles; et un quatrième (*listing-pot*) ne contient qu'une couche d'étain fondu de l'épaisseur d'un quart de pouce. Le tout sera cependant mieux compris par l'esquisse *fig.* A, Pl. VII, qui montre les divers vaisseaux dans l'ordre où ils sont établis dans la manufacture sur une maçonnerie en brique.

Les feuilles sont travaillées de la droite à la gauche, dans le bâtiment qui renferme l'appareil au lavage.

N°. 1 représente le pot à l'étain;
2 le pot à laver avec une cloison qui le divise;

3 le pot à la graisse;
4 le vase contenant seulement un grillage à son fond (1);
5 le *listing-pot*.

Le dessin représente la surface des pots : les astérisques montrent la place où se tiennent les ouvriers et en même temps les pots qui sont chauffés en dessous.

La cloison dans le pot à laver n°. 2 est un perfectionnement récent : elle a pour objet d'empêcher la crasse de l'étain de se loger dans la partie du vaisseau où l'on donne la dernière immersion aux feuilles. En employant l'étain commun dans la première opération de l'étamage, beaucoup d'oxide ou de crasse adhère à la surface des feuilles; et lorsque celles-ci sont portées dans le pot à laver, l'oxide s'en détache et couvre la surface du nouveau bain; mais, au moyen de la cloison, l'ouvrier l'empêche de se répandre sur toute la surface du pot. Lorsque cette cloison n'existe pas, le laveur doit écumer le métal fluide chaque fois qu'il y plonge une feuille.

Les pots dont je viens de donner une esquisse étant préparés convenablement, le laveur commence sa part de l'ouvrage qui reste à faire pour terminer l'étamage, par mettre les feuilles qui ont subi les diverses opérations qui ont été décrites jusqu'ici, dans le vaisseau appelé le *pot à laver*, et rempli d'étain en grains fondu (2).

---

(1) Ce vase est destiné à recevoir les feuilles à mesure que l'ouvrier les retire du pot à la graisse : il n'est point chauffé en dessous.

(2) On ne doit jamais se servir, dans ce pot, que de l'étain en grains : tout l'étain commun qui est consommé dans

La chaleur de cette grande masse de métal fond bientôt l'étain qui n'est qu'adhérent à la surface des feuilles : celui-ci, en se mêlant à l'étain du pot, en altère la pureté, de sorte que lorsqu'on a passé soixante ou soixante-dix caisses de fer-blanc dans le bain d'étain en grains, on est dans l'usage d'en retirer la quantité d'un saumon, c'est-à-dire, 300 livres, et d'y remettre une pareille quantité d'étain pur en grains. Ces vaisseaux contiennent généralement trois saumons chacun ou environ 1000 livres de métal. L'étain qu'on retire du pot à laver, pour le remplacer par du métal pur, est donné à l'étameur, qui s'en sert pour l'étamage.

Lorsque les feuilles sont retirées du pot à laver, on les nettoie soigneusement sur chaque face avec une brosse de chanvre d'une espèce particulière, et faite expressément pour cet objet. Comme cette partie du travail demande beaucoup d'adresse et de célérité, il peut être utile de l'expliquer un peu plus en détail.

Le laveur retire d'abord un petit nombre de feuilles du pot à laver, et les place devant lui sur le fourneau. Il prend alors une feuille avec des tenailles qu'il tient dans sa main gauche, et avec une brosse qu'il a dans l'autre main, il frotte un côté de la feuille ; il retourne ensuite la feuille, frotte l'autre côté, et la plonge immédiatement une seconde fois dans le pot à laver ; puis, sans l'abandonner avec ses tenailles, il la retire instantanément et la plonge dans le pot à la graisse n°. 3.

Une personne qui n'a point vu cette opéra-

---

cette fabrication est employé dans la première partie du procédé, savoir, celle qu'on désigne par le nom d'*étamage*.

tion, ne peut se former qu'une idée très-imparfaite de l'adresse avec laquelle elle est exécutée. La pratique donne à l'ouvrier tant d'habileté qu'il se fait de très-bons gages, quoiqu'on ne lui donne que 30 centimes pour brosser et laver dans l'étain 250 feuilles. J'ai appris qu'un laveur habile, s'il emploie bien son temps, peut laver, en douze heures, vingt-cinq caisses contenant 5,625 feuilles, quoique chaque feuille doive être brossée sur chacune de ses faces, et plongée deux fois dans le pot d'étain fondu.

Il est peut-être nécessaire d'expliquer pourquoi les feuilles doivent être plongées deux fois dans l'étain fondu pendant cette partie de la fabrication. On doit se rappeler qu'on les brosse entièrement chaudes, et par conséquent, si on ne leur donnait pas une seconde immersion, les marques de la brosse seraient visibles.

Le seul usage du pot à la graisse est d'enlever tout l'étain superflu qui peut rester sur les feuilles; mais c'est une opération qui demande beaucoup d'attention, parce que, pendant le séjour de la feuille dans la graisse, l'étain, qui est dans un état de fusion ou au moins de ramollissement, s'en détache en partie, et il en adhère d'autant moins à sa surface qu'elle reste plongée plus long-temps dans le bain. Conséquemment, si les feuilles séjournaient dans la graisse plus long-temps qu'il n'est absolument nécessaire, elles exigeraient sûrement d'être plongées une troisième fois dans l'étain. D'un autre côté, si les feuilles devaient être achevées sans passer dans la graisse, elles retiendraient trop d'étain; ce qui, d'une part, serait une perte pour le manufacturier, et de l'autre, l'étain formerait des ondulations sur leur surface.

Il est également nécessaire de faire attention à la température de la graisse, qui doit être plus petite ou plus grande à proportion que les feuilles sont plus épaisses ou plus minces; car si, lorsque le suif est d'une température convenable pour une feuille mince, on y plonge une feuille épaisse, on l'en retirera non pas de la couleur de l'étain, comme cela devrait être, mais aussi jaune que de l'or. La raison en est évidente. Une feuille épaisse contient plus de chaleur qu'une mince, et conséquemment exige que le suif soit à une température plus basse. Si, au contraire, on plonge des feuilles minces dans un pot de suif préparé pour des feuilles épaisses, ce pot ne remplira pas l'objet qu'on s'était proposé.

C'est une observation commune que, dans la plupart de nos manufactures et dans toutes les spéculations chimiques, la théorie et la pratique ne sont point généralement d'accord; mais il y a peu de manufactures, peut-être, présentant autant de minuties qui pourraient échapper à un observateur ordinaire, et qui exigent cependant qu'on y ait égard pour obtenir de bons résultats, que celle dont je décris maintenant les procédés. Mais revenons à la fabrication du fer-blanc.

Lorsque les feuilles sont suffisamment brossées, elles sont de nouveau immergées, une à une, dans le pot d'étain fondu, comme on l'a déjà dit, et immédiatement après on les passe dans le pot de suif. Ce pot porte des chevilles disposées de manière à prévenir le contact mutuel des feuilles, et cette partie du procédé s'exécute de la manière suivante :

Lorsque le laveur a passé *cinq* feuilles à travers l'étain fondu, et de là dans le pot au suif,

un garçon prend une de ces feuilles, et tandis qu'il la met à refroidir dans le pot vide, le laveur la remplace par une *sixième*. Le garçon ôte alors une *seconde* feuille qui est de même remplacée par une *septième*, et on continue ainsi d'une manière régulière, jusqu'à ce que tout le tas de feuilles soit épuisé.

Comme les feuilles sont immergées dans l'étain dans une position verticale, il y a toujours, après le refroidissement, sur le bord inférieur de chacune, un bourlet d'étain qu'il est nécessaire d'ôter : cela s'exécute de la manière suivante :

Un garçon prend les feuilles lorsqu'elles sont assez froides pour les manier, et les place, une à une, sur leur bord inférieur, dans le pot n°. 5, qui a été décrit comme ne contenant qu'une très-petite quantité d'étain fondu. Lorsque le bourlet d'étain est fondu au moyen de cette dernière immersion, le garçon retire la feuille et lui donne un coup vif avec une baguette : ce coup débarrasse le bord de la feuille de son métal excédant ; et celui-ci, en tombant, ne laisse qu'une trace légère dans la place où il était adhérent. Cette marque, à laquelle les ouvriers ont donné le nom de *lisière* (*list*), se découvre aisément sur toutes les feuilles de fer-blanc du commerce.

Il ne reste maintenant qu'à nettoyer les feuilles de leur suif. On y parvient au moyen du son, et à mesure qu'elles sont nettoyées, on les met dans de fortes caisses de bois ou de tôle faites exactement pour les recevoir : tout le travail est alors terminé. (Cet article est extrait des *Annales de Chimie*, *tome* XII, *page* 153.)

Sur la fabrication du MOIRÉ MÉTALLIQUE.

Extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement.*

On a publié, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* du mois de janvier 1819, trois notes sur le *moiré métallique*. La première de M. Baget, la seconde de M. Herpin, la troisième de M. Berry. Nous allons faire connaître, dans cet article, les méthodes détaillées dans les notes dont il s'agit.

D'abord nous rappellerons que c'est à M. Allard, dit M. Mérimée, que l'on doit la découverte du moiré métallique : la Société d'Encouragement a récompensé cette invention en lui accordant une médaille d'or.

M. Mérimée a fait, à cette même Société, dans le mois de janvier 1819, un rapport sur le moiré métallique appliqué aux feuilles d'étain.

Dès que le procédé de M. Allard fut connu, il fut importé en Angleterre; il donna lieu à l'obtention d'une patente qui fut accordée à M. Vallet.

Après avoir étudié à fond le procédé de M. Allard, après avoir bien connu tous les effets qu'on peut en obtenir sur le fer et le cuivre, M. Brunel parvint à l'appliquer sur les feuilles d'étain, que leur flexibilité permet d'adapter sur plusieurs matières.

M. Vallet, qui a aidé M. Brunel dans ses recherches et coopéré à ses succès, vient d'intro-

duire en France le nouveau procédé, et il s'en est assuré la propriété par un brevet d'importation de quinze ans.

Le rapport de M. Mérimée ne faisant pas connaître le procédé à l'aide duquel M. Vallet parvint à faire naître, dans les feuilles d'étain, cette cristallisation qui produit le moiré, nous croyons devoir renvoyer au rapport de M. Mérimée ceux qui voudront connaître les détails de ce procédé.

1°. Méthode de M. Baget.

M. Baget a employé avec succès la méthode suivante pour produire du moiré.

Premier mélange. On fait dissoudre 4 onces de muriate de soude dans 8 onces d'eau, et on y ajoute 2 onces d'acide nitrique.

Deuxième mélange. 8 onces d'eau, 2 onces d'acide nitrique et 3 onces d'acide muriatique.

Troisième mélange. 8 onces d'eau, 2 onces d'acide muriatique et une once d'acide sulfurique.

Procédé. On verse un de ces mélanges chaud, sur une feuille de fer-blanc, placée au-dessus d'une terrine de grès; on le verse à plusieurs reprises jusqu'à ce que la feuille soit totalement nacrée; on la plonge ensuite dans de l'eau légèrement acidulée, et on la lave.

Le moiré qu'on obtient par l'action de ces différens mélanges, sur le fer-blanc, imite bien la nacre de perle et ses reflets; mais les dessins, quoique variés, ne sont dus qu'au hasard, ou plutôt à la manière dont l'étain cristallise à la surface du fer, en sortant du bain d'étamage, et ne présentent rien de régulier à la vue. En faisant éprouver au fer-blanc, à différens endroits, un degré de chaleur capable de changer la forme

de cristallisation de l'étain, M. Baget a tenté de lui faire prendre des dessins particuliers, correspondant aux endroits chauffés. De cette manière, il a obtenu des étoiles, des feuilles de fougère, etc.; il a produit aussi un dessin granite bien semé, en versant à volonté l'un des mélanges ci-dessus, mais froid, sur une feuille de fer-blanc chauffée presque au rouge.

La réussite de ces différens moirés tient, en grande partie, à l'alliage de l'étain que l'on applique sur le fer. Dans plusieurs manufactures on ajoute à l'étain du bismuth ou de l'antimoine, et ces deux métaux, dans des proportions gardées, ne contribuent pas peu à donner du beau moiré. Les fers-blancs français, contenant du zinc, n'ont pas le même avantage.

M. Herpin, après avoir inutilement essayé les acides végétaux, employa des acides minéraux dans diverses proportions; il assure que l'acide nitro-muriatique (eau régale) lui a donné les résultats les plus satisfaisans. 2°. Méthode de M. Herpin.

Voici les mélanges qu'il indique comme les plus convenables sur du fer-blanc légèrement chauffé :

1°. Quatre parties d'acide nitrique, une de muriate de soude, deux d'eau distillée;

2°. Quatre parties d'acide nitrique, une de muriate d'ammoniaque;

3°. Deux parties d'acide nitrique, une d'acide muriatique, deux d'eau distillée;

4°. Deux parties d'acide nitrique, deux d'acide muriatique, trois d'eau distillée;

5°. Une partie d'acide nitrique, deux d'acide muriatique, trois d'eau distillée;

6°. Deux parties d'acide nitrique, deux d'acide muriatique, deux d'eau distillée et deux d'acide sulfurique;

7°. Deux parties d'eau seconde, une de muriate de soude;

8°. Deux parties d'eau seconde, une de muriate d'ammoniaque.

L'auteur a employé aussi, sans mélange, de l'acide acétique très-concentré, de l'acide sulfurique pur ou étendu, de l'acide hydrochlorique (muriatique), et de l'acide nitro-hydrochlorique (nitro-muriatique); il préfère l'eau distillée à l'eau commune.

Procédé. On prend une des compositions ci-dessus que l'on met dans un verre ordinaire; on y trempe une petite éponge qu'on passe ensuite sur la feuille de fer-blanc, jusqu'à ce qu'elle soit humectée par-tout également. Si la feuille a été chauffée légèrement et que l'acide soit concentré ou peu étendu, le moiré se forme en moins d'une minute; dans le cas contraire, il faudra cinq et même dix minutes. On trempe ensuite la feuille dans de l'eau froide, et on la lave en la frottant légèrement avec un peu de coton ou la barbe d'une plume; après quoi on la laisse sécher.

L'auteur recommande de ne pas verser l'acide sur la feuille, parce que cela occasionne de grandes taches noires dans les endroits où il tombe; souvent une partie s'oxide avant que l'autre soit parfaitement moirée, ce qui, suivant lui, provient de ce que l'acide n'a pas été étendu également et en même temps: le moiré s'oxide aussi toutes les fois qu'on le fait sécher

très-près du feu en sortant du lavage, et même naturellement à l'air.

Si l'on ne veut pas vernir de suite le fer-blanc moiré, on le recouvre d'une couche un peu épaisse de gomme arabique dissoute dans de l'eau.

M. Herpin ayant remarqué, en moirant une cafetière neuve et planée, que le fond était parsemé d'une multitude de petites paillettes argentines, tandis que les soudures présentaient l'aspect d'une guirlande de fleurs, comprit que les molécules du fer-blanc avaient été rompues et désunies par l'opération du planage, ce qui produisait le fond sablé; tandis que la chaleur du fer à souder, en fondant l'étain, le restituait dans son premier état et donnait lieu aux petites guirlandes. D'après cette conjecture, l'auteur essaya de faire plusieurs traits avec un fer rouge sur un morceau de fer-blanc plané, et en moirant du côté opposé il obtint les effets qu'il en attendait; mais si on fond trop fortement l'étain, le résultat reste imparfait.

Il a produit des étoiles et même des dessins très-jolis en promenant le fer-blanc sur la flamme d'une lampe d'émailleur, et si délicatement qu'on ne voyait pas que l'étain avait été fondu; il s'est servi aussi de fer-blanc non plané.

Quoique le moiré métallique paraisse facile à faire, il faut user d'une certaine dextérité qu'on n'acquiert que par l'habitude, et qui consiste à le laver au moment convenable; une seconde de plus ou de moins le dénature et l'altère complétement. S'il est pris trop tôt, il n'a point d'éclat, et trop tard il devient terne et noirâtre. Cette opération doit se faire lorsqu'on aperçoit quel-

ques taches grises et noires se former ; on se sert pour cet usage, d'eau de rivière, ou mieux encore d'eau distillée, légèrement acidulée, soit avec du vinaigre, soit avec l'un des acides qui entrent dans les mélanges, dans la proportion d'une cuillerée d'acide pour un litre d'eau.

En regardant le fer-blanc d'un certain sens, on aperçoit distinctement les contours des parties qui doivent se moirer ; les acides ne font que développer les cristallisations qui se sont formées sur le fer au moment où on l'a retiré du bain d'étain fondu ; de sorte qu'on peut choisir ainsi, à volonté, des feuilles qui donneront des cristallisations plus ou moins grandes.

Le fer-blanc de France ne prend pas aussi bien le moiré que celui d'Angleterre ; on n'obtient aucun résultat sur l'étain fin.

Le moiré métallique a la propriété de supporter le coup de maillet, mais non celui du marteau ; aussi ne peut-on faire avec lui des objets en creux.

Toutes les nuances colorées que l'on voit sur le moiré ne sont dues qu'à des vernis colorés et transparens, lesquels, étant pomés, font apercevoir la beauté du moiré.

3°. Méthode de M. Berry. En répétant le procédé ordinaire au moyen duquel on obtient le moiré métallique, c'est-à-dire, en passant divers acides combinés sur des feuilles de fer-blanc, M. Berry remarqua que ce moiré n'était que l'effet de la cristallisation de l'étain. Il résolut de varier la forme de cette cristallisation, et il trouva qu'on pouvait y parvenir en employant isolément le feu, l'air et l'eau.

Voici quel a été le résultat de ses essais :

Première expérience. Une feuille de fer-blanc ayant été placée sur des charbons incandescens, M. Berry attendit que l'étain fût en pleine fusion, pour donner quelques coups de soufflets au centre de la feuille; aussitôt il se produisit à la surface une espèce de fleur dont les étamines étaient représentées par l'endroit qui avait reçu l'impression du vent, et dont les pétales partaient du centre comme des rayons, autour desquels on apercevait des cercles concentriques. L'auteur pense qu'on pourrait obtenir ainsi diverses espèces de moirés, en variant la forme et le nombre des bouches à vent.

Deuxième expérience. Au moment où l'étain de la feuille de fer-blanc est en fusion, M. Berry projette dessus, par aspersion, de l'eau fraîche, dont chaque goutte fait cristalliser l'étain, à l'endroit où elle tombe, et produit une fleur qui se répète sur l'autre face. Pour faire le granite, il suffit, après la première opération, de laisser sur le feu la feuille de fer-blanc, pour qu'elle acquière un certain degré de chaleur, et de continuer l'aspersion jusqu'à ce que les gouttes d'eau restent sur l'étain sans bouillonner.

Troisième expérience. On peut obtenir, par le moyen de l'eau, des dessins moirés très-variés, en adaptant sur une planche de la grandeur de la feuille, des substances susceptibles de s'imbiber d'eau, ou bien en donnant à cette planche différentes formes et l'appuyant encore mouillée sur l'étain en fusion.

Les mêmes effets sont reproduits par l'emploi de machines hydrauliques répandant de l'eau

sous différentes formes. L'auteur annonce n'avoir opéré que sur du fer-blanc anglais.

Quatrième expérience. Après avoir fait fondre de l'étain fin, M. Berry l'a coulé sur une table, pour en obtenir une feuille bien unie, laquelle, plongée dans les acides, a montré de belles cristallisations; cette même feuille ayant été passée à la pierre ponce et polie, le moiré a disparu : ce qui prouve que les cristallisations ne se forment qu'à la surface et sont promptement détruites par le frottement. L'étain allié de plomb ne donne pas de moiré.

L'auteur emploie pour développer les cristallisations sur l'étain, de l'acide nitro-muriatique (eau-régale), composé de deux parties d'acide nitrique et d'une partie d'acide muriatique, étendues de dix parties d'eau distillée. C'est dans cet acide, versé dans un bassin de terre vernissée, qu'il trempe les feuilles; il les retire de temps en temps pour les éponger avec le même acide, afin d'empêcher l'effet de l'oxidation. Aussitôt que le moiré paraît il les retire, les rince à plusieurs eaux pures pour enlever l'acide, et les essuie; elles sont alors prêtes à être vernies.

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LE TROISIÈME TRIMESTRE DE 1819.

Ordonnance du 14 juillet, qui autorise la construction d'une taillanderie et d'un martinet sur le ruisseau de Taille, en la commune de Voiron, département de l'Isère.

Taillanderie et martinet de la commune de Voiron.

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu la pétition présentée au préfet de l'Isère, le 8 janvier 1817, par le sieur Louis Guerre, à l'effet d'obtenir l'autorisation d'établir, sur le ruisseau de Taille, hameau de Sermoran, commune de Voiron, département de l'Isère, une taillanderie en remplacement de trois usines, que, de temps immémorial, sa famille possédait audit lieu, mais que son père crut devoir supprimer il y a quinze ans;

Les plans, en triple expédition et sur les échelles prescrites, de la situation et des détails de l'usine projetée;

La déclaration de trois maîtres de forges et taillanderies de Voiron, en faveur de cette usine, sous la date du 3 février 1817;

L'avis favorable donné par le maire de cette commune, le 9 mars suivant, ensuite de la légalisation des signatures apposées à ladite déclaration;

L'arrêté du 26 du même mois, par lequel le préfet ordonne les publications et affiches de la demande dans les communes intéressées, et son insertion dans le Journal administratif du département de l'Isère; les certificats de l'exécution de ces formalités, délivrés par les maires de Grenoble, de Voiron, et par le préfet, les 7 juillet 1817, 26 février et 22 juin 1818;

Les oppositions formées à ladite demande, les 4, 5, 6 et 8 juillet 1817; 1°. par le sieur Carle Cadet, propriétaire d'usine et taillanderie à Réaumont; 2°. par les sieurs Marquis, Gourju et Guibert aîné, propriétaires d'usines à traiter le fer et l'acier, à Rives; 3°. par le sieur Vincent Plautier, maître de forges à Bonpertuis; 4°. par le sieur Jacolin fils aîné, propriétaire d'usines à traiter le fer, domicilié à Voiron; 5°. par le vicomte de Barral, propriétaire de l'aciérie et de la taillanderie situées en Combes de Morges; 6°. par le sieur Paulin Marquis, propriétaire d'usine et de taillanderie, à Rives;

Les délibérations et avis du Conseil municipal de Voiron, du 28 septembre 1817, tant sur la validité de ces oppositions, que sur la demande qui y a donné lieu;

Les rapports négatifs des ingénieurs ordinaire et en chef des mines, des 25 octobre et 8 novembre suivans;

La lettre adressée par le préfet à notre directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, le 18 novembre même année, afin de savoir s'il devait être donné suite à cette affaire;

La réponse affirmative faite à cette question le 10 décembre;

L'avis favorable du directeur de l'Enregistrement, des Domaines et Forêts de l'arrondissement de Grenoble, du 19 dudit mois;

L'extrait du rôle des contributions directes auquel le demandeur a été imposé en 1818, délivré par le percepteur de Voiron, le 20 février de ladite année;

Le certificat des facultés et moyens pécuniaires, donné au demandeur par le premier adjoint de ladite commune, le 26 du même mois;

Le projet de cahier de charges rédigé par l'ingénieur ordinaire des mines, le 23 mars suivant;

L'arrêté du 22 juin de la même année, par lequel le préfet

propose de faire droit à la demande, sous les clauses et conditions énoncées en ce cahier des charges, sauf l'obligation de la taxe fixe à laquelle il pense que l'impétrant ne doit pas être soumis, d'après les dispositions de la dernière loi sur les finances;

La lettre du 5 août suivant, par laquelle notre directeur-général de l'Enregistrement, des Domaines et Forêts, confirmant l'opinion émise par le directeur particulier de Grenoble, le 19 décembre précédent, déclare qu'il estime que la demande du pétitionnaire peut être accueillie, parce que « le roulement de son usine, loin de porter préjudice au repeuplement des forêts, desquelles elle tirera son combustible, et à la consommation des habitans, ouvrira au contraire un débouché aux produits de ces forêts; »

La délibération du Conseil général des Mines, du 24 septembre 1818, portant qu'il y a lieu à faire droit à la demande, mais qu'avant de la soumettre à l'approbation du Gouvernement, il convient, 1°. d'inviter le demandeur à répondre aux oppositions formées à l'érection de l'usine qu'il projette; 2°. de soumettre à son acceptation le cahier des charges sous lesquelles cette usine peut être autorisée; 3°. d'obtenir l'avis des ingénieurs ordinaire et en chef des Ponts-et-Chaussées, sur le cours d'eau sur lequel ladite usine doit être établie; 4°. enfin, d'engager le préfet à prendre, ces formalités remplies, un nouvel arrêté, non-seulement sur la demande, mais sur la quotité de la taxe fixe à imposer à l'impétrant;

Vu les pièces réclamées par le Conseil général des Mines et produites à la préfecture, savoir: la réponse du sieur Guerre, du 2 janvier 1819; son adhésion au cahier de charges, en date du même jour;

L'avis des ingénieurs ordinaire et en chef des Ponts-et-Chaussées du département, du 21 du même mois;

Vu, enfin, l'arrêté du 1er. février suivant, par lequel le préfet, adoptant l'opinion émise par son prédécesseur, le 22 juin 1818, déclare qu'il y a lieu à accorder au sieur Guerre, l'autorisation qu'il réclame, aux clauses et conditions portées au cahier des charges précité, et en outre de payer une somme de 50 francs au profit de l'État.

Notre Conseil 'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Article Ier. Le sieur Louis Guerre est autorisé à construire, conformément aux plans joints à la présente ordonnance, sur le ruisseau de Taille, hameau de Sermoran, commune de Voiron, département de l'Isère, une taillanderie et un martinet pour raccommoder et confectionner des instrumens tranchans.

Art. II. Le cahier des charges pour l'érection de cette usine, tel qu'il a été arrêté en Conseil général des Mines, par notre directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, et consenti par le sieur Guerre, le 2 janvier 1819, est approuvé et sera annexé à la présente ordonnance, comme condition essentielle de l'autorisation accordée.

Art. III. L'impétrant payera, à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, aux termes de l'article 75 de la loi du 21 avril 1810, la somme de cinquante francs, laquelle sera versée dans le délai d'un mois, entre les mains du receveur de l'arrondissement.

Art. IV. Nos Ministres secrétaires d'État de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera inséré au Bulletin des Lois.

Usines de la commune de Rimaucourt.

Ordonnance du 21 juillet, portant autorisation de conserver et de tenir en activité les usines établies sur le cours de la Sueur, en la commune de Rimaucourt, département de la Haute-Marne.

Louis, etc, etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Notre Conseil d'Etat entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Article Ier. Le vice-amiral duc Decrès est autorisé à conserver et tenir en activité le haut-fourneau, les deux forges ou affineries, la fonderie, le bocard à mines avec son patouil-

let, et le bocard à crasses, qu'il possède sur le cours de la Sueur, commune de Rimaucourt, arrondissement de Chaumont, département de la Haute-Marne; usines dont l'ensemble est représenté par les plans ci-joints.

Art. II. L'ingénieur des mines du département constatera, par un procès-verbal détaillé, la position du haut-fourneau, sa hauteur, et les autres dimensions principales; ce procès-verbal, signé du propriétaire ou de son représentant, et visé par le préfet, sera annexé auxdits plans. Deux expéditions de ce procès-verbal, également signées par l'ingénieur, le propriétaire ou son représentant, visées par le préfet, seront déposées, l'une à la Direction générale des Ponts-et-Chaussées et des Mines, et l'autre à la Préfecture du département.

Art. III. Le duc Decrès, ou ses ayant-cause, ne pourra dans aucun temps, ni sous aucun prétexte, prétendre à des indemnités ou dédommagemens, dans le cas où tout ou partie de ses usines viendraient à chômer, ou à être supprimées par suite des dispositions prises par le Gouvernement pour cause d'utilité ou de service public.

Art. IV. Il ne pourra augmenter ses usines, en changer la nature, les transférer ailleurs, ni rien changer à l'état du cours d'eau, tel qu'il est constaté par le procès-verbal et le plan dressé par l'ingénieur des Ponts-et-Chaussées, le 31 octobre 1816, sans en avoir obtenu la permission expresse du Gouvernement, dans la forme voulue par la loi, sous peine d'encourir la suppression, et de répondre de tous dommages qui pourraient en résulter.

Art. V. Il adressera chaque année, à la Préfecture de la Haute-Marne, et à l'Administration des Mines, lorsqu'elle en fera la demande, l'état des produits du fourneau, des affineries et de la fonderie, et des matériaux et ouvriers employés.

Art. VI. Il ne pourra faire chômer lesdites usines sans cause légitime, reconnue par l'Administration.

Art. VII. Il paiera, à titre de taxe fixe, et pour une fois seulement, aux termes de l'art. 75 de la loi du 21 avril 1810, savoir: *deux cents francs* pour le haut-fourneau, *cent cinquante francs* pour chaque affinerie, *cent francs* pour la fonderie, et *cinquante francs* pour les bocard et patouillet; en tout *six cent cinquante francs*, lesquels seront versés dans le

délai d'un mois, à partir de la présente ordonnance, entre les mains du receveur de l'arrondissement.

Art. VIII. L'inexécution des conditions ci-dessus prescrites donnera lieu à poursuivre la révocation de la permission, conformément à l'art. 77 de la loi du 21 avril 1810.

Art. IX. Nos Ministres secrétaires d'Etat de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance.

Forge de Liessies.

Ordonnance du 15 septembre, portant autorisation de rétablir l'ancienne forge de Liessies, arrondissement d'Avesnes, département du Nord.

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'Etat au département de l'intérieur;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Article Ier. Les sieurs et demoiselle de Paul Barchifontaine et Renaux Piolet sont autorisés à rétablir l'ancienne forge de Liessies, arrondissement d'Avesnes, département du Nord.

Art. II. La consistance de cette forge est et demeure fixée, conformément aux plans ci-joints, à trois foyers, dont deux d'affinerie et un de chaufferie.

Art. III. Les impétrans se conformeront exactement aux clauses et conditions énoncées au cahier de charges par eux souscrit le 4 février 1819, lequel demeurera annexé à la présente ordonnance.

Art. IV. Un repère sera placé à cinquante centimètres au-dessous de la plate-forme de la digue qui joint le moulin au chemin de Ramousies; il sera fixé visiblement dans le pied droit de la vanne mouleresse.

Art. V. Les vannes servant à la décharge de l'étang voisin du moulin seront maintenues dans un état qui puisse toujours permettre une manœuvre facile et prompte.

Art. VI. Les impétrans paieront, à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, aux termes de l'art. 75 de la loi du 21 avril 1810, savoir : *trois cents francs* par chaque feu d'affinerie, et *cent cinquante francs* par feu de chaufferie ; en tout *sept cent cinquante francs*, lesquels seront versés dans le délai d'un mois, à partir de l'ordonnance, entre les mains du receveur de l'arrondissement.

Art. VII. Nos Ministres de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui les concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, laquelle sera insérée au Bulletin des Lois.

Cahier des charges pour le rétablissement de l'ancienne forge de Liessies, arrondissement d'Avesnes, sollicité par MM. les frères et sœurs de Paul Barchifontaine *et M.* Renaux Piolet.

Art. Ier. La forge de Liessies sera composée de trois foyers, dont deux d'affinerie et un de chaufferie, activés par des soufflets à pistons mus par une roue hydraulique ; plus d'un gros marteau mis également en action par une seconde roue hydraulique.

Art. II. Les nouvelles constructions seront exécutées conformément aux plans fournis par les pétitionnaires, sous la direction et la surveillance de l'ingénieur des mines du département ; il dressera procès-verbal de la réception de l'ouvrage ; expéditions dudit procès-verbal seront déposées aux Archives de la Préfecture du département du Nord et de la commune de Liessies, pour y avoir recours au besoin, et il en sera donné avis à M. le directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines.

Art. III. Les constructions hydrauliques que le rétablissement de cette forge pourra occasionner, seront exécutées sous la direction et la surveillance des ingénieurs des Ponts-et-Chaussées, sous la condition expresse qu'il ne sera rien changé à la hauteur actuelle de la prise d'eau, que cette hauteur sera repérée d'une manière fixe et invariable, conformément à l'a-

vis de l'ingénieur de l'arrondissement. Il sera ensuite dressé procès-verbal de cette opération; expéditions dudit procès-verbal seront déposées aux Archives de la Préfecture du département du Nord et de la commune de Liessies, pour y avoir recours au besoin, et il en sera donné avis à M. le directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines.

ART. IV. Les permissionnaires ne pourront apporter aucun changement à leur nouvelle usine ou la transférer ailleurs, ni rien changer à la hauteur de la prise d'eau, des empalemens, vannes et déversoirs, sans au préalable en avoir obtenu l'autorisation spéciale du Gouvernement, dans les formes prescrites par les lois et règlemens.

ART. V. Ils tiendront ladite usine en activité constante, et ils ne la laisseront pas chômer sans causes reconnues légitimes par l'Administration.

ART. VI. Conformément à l'art. 75 de la loi du 21 avril 1810, les impétrans paieront à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, la somme qui sera déterminée par l'ordonnance à intervenir.

ART. VII. Conformément à l'art. 36 du décret du 18 novembre 1810, les permissionnaires fourniront à M. le préfet, tous les ans, et à M. le directeur-général des Mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, les états certifiés des matériaux employés, des produits fabriqués, et des ouvriers occupés dans l'usine.

ART. VIII. Les permissionnaires se conformeront aux lois et règlemens ou ordonnances existans ou à intervenir sur le fait des usines, sur l'exploitation des bois, et aux instructions qui leur seront données par l'Administration des Mines, sur ce qui concerne l'exécution des règlemens de police relatifs aux usines et à la sûreté des ouvriers.

ART. IX. L'inexécution des conditions ci-dessus prescrites pourra donner lieu à poursuivre la révocation de la permission, conformément à l'art. 77 de la loi du 21 avril 1810.

TABLE DES MATIÈRES
CONTENUES DANS CE VOLUME.

MÉMOIRE sur les cristaux de cuivre carbonaté, rédigé d'après les dernières observations de M. l'abbé *Haüy*; par M. *Louis Cordier,* inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines. . . . . Page 3

RAPPORT sur les recherches et les essais de la mine d'étain de Piriac, département de la Loire-Inférieure; par MM. *Juncker* et *Dufrenoy,* aspirans au Corps royal des Mines. 21

NOTICE sur une machine à colonne d'eau à rotation employée aux mines de plomb de Védrin; par M. *Boüesnel*. 59

SUR une nouvelle manière de calculer les angles des cristaux; par M. *G. Lamé,* élève ingénieur au Corps royal des Mines. 69

FORMULE pour déterminer la direction et l'inclinaison d'une couche minérale, reconnue par trois trous de sonde; par *le même*. 81

CHIMIE. (*Extraits de journaux*). 85

— Note sur la fixité du degré d'ébullition des liquides. *ibid.*

— Sur les combinaisons du chlore avec l'oxigène. . . 89

— Préparation de l'acide chlorique en décomposant le chlorate de potasse par l'acide fluorique silicé. . . 91

— Sur la combinaison du chlore avec la chaux. . . 92

— Procédé pour préparer en grand l'acide hydrosulfurique. 94

— Mémoire sur le cyanogène et sur l'acide hydrocyanique. 95

— Observations sur la préparation et sur la purification de l'acide gallique, et sur l'existence d'un acide nouveau dans la noix de galle. . . . . Pag. 99
— Observations sur des combinaisons nouvelles entre l'oxigène et divers acides. 100
— Nouvelles observations sur les acides et les oxides oxigénés. 102
— Observations sur l'influence de l'eau dans la formation des acides oxigénés. 103
— Nouvelles recherches sur l'eau oxigénée. 104
— Observations sur l'action mutuelle des sels. 105
— Du raffinage actuel du salpêtre comparé au mode usité anciennement. 110
— Observations sur le raffinage du borax. 112
— Sur le prussiate triple de potasse et de fer. 114
— Sur l'alun de soude. 115
— Sur la précipitation des métaux les uns par les autres, de leurs dissolutions acides. 115
— De l'influence des métaux sur la production du potassium à l'aide du charbon. 116
— Deuxième mémoire sur le caméléon minéral. . . 117
— Expériences sur le mode de traitement le plus convenable des mines de cobalt et de nickel, et sur les moyens d'opérer la séparation de ces métaux. . . . 120
— Expériences relatives à l'action de l'acide hydrochlorique sur les alliages de cuivre et d'étain. 123
— Sur la volatilité du bismuth. 124
— Mémoire contenant quelques expériences sur l'emploi du bismuth dans la détermination du titre des matières d'or et d'argent. 125
— Sur la préparation de l'oxide rouge de mercure. . . 129
— Réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène. . *ibid.*
— Sur les dissolutions de l'argent dans l'ammoniaque. *ibid.*
— Sur la forme cristalline du protoxide de plomb. . . 130
— Sur le platine fondu. . . . . *ibid.*

— Détails de quelques expériences faites sur le platine brut et sur un nouveau procédé pour en séparer le palladium et le rhodium. . . . . Pag. 131

MINÉRAUX envoyés du Brésil au cabinet de l'École royale des Mines; par M. *de Monlevade*, aspirant. 135

EXTRAIT d'une lettre du Sénégal. 137

NOTE sur l'emploi du *balancier hydraulique*. Extrait d'une lettre adressée, par M. Dartigues, au président de l'Académie royale des Sciences; lue dans la séance de l'Académie du 9 novembre 1818. 138

ANALYSES DE MINÉRAUX. 141

— 1. Analayse du polyhalite. 141

— 2. Analyse de l'aluminite. . . . . *ibid.*

— 3. Analyse d'un sous-sulfate d'alumine trouvé en quantité considérable dans une mine de charbon de terre, près d'Oldham. 143

— 4. Analyse de la stéatite de Bayreuth. 144

— 5. Sur une nouvelle substance minérale, kichl spath, spath siliceux. . . . . *ibid.*

— 6. Examen de deux nouvelles substances minérales appartenant à une espèce nommée *Lenzinite*. . . . 145

— 7. Sur une nouvelle substance minérale nommée *Lectite*. 146

— 8. Sur un nouveau minéral nommé *Pargatite*. . . 147

— 9. Sur une nouvelle variété d'alumine hydratée silicifère. 148

— 10. Analyse de l'égeran, de la meïonite et du tentalite de Bavière. 149

— 11. Analyse du cobalt gris et du cobalt arsenical. . . 150

— 12. Découverte du cobalt dans le fer météorique. . 153

— 13. Analyse comparative des carbonates vert et bleu de cuivre. . . . . *ibid.*

— 14. Analyse des minéraux qui renferment le sélénium. 155

EXTRAIT du rapport fait à la Société d'Encouragement, sur le prix de 3,000 fr. donné à MM. *Baradelle* et

Déodor, pour la fabrication de divers objets de petite dimension en *fonte de fer adoucie;* par M. *Gillet de Laumont*, inspecteur général au Corps royal des Mines. . . . . Pag. 159

RAPPORT sur la carbonisation de la tourbe et sur l'usage du charbon de tourbe et des autres produits résultant de la distillation; par M. *Blavier*, ingénieur en chef au Corps royal des Mines. 177

MÉMOIRE sur la brèche siliceuse du Mont-Dore; lu à l'Académie royale des Sciences le 7 septembre 1818, par M. *Louis Cordier*, inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines. 205

EXTRAIT du rapport fait au Conseil général des Mines, le 11 mai 1819, sur les Aciers de la Berardière; par M. *Gillet de Laumont*, inspecteur général au Corps royal des Mines. 223

DE LA RICHESSE MINÉRALE. — Considérations sur les mines, usines et salines des différens états, présentées comparativement, 1°. sous le rapport des produits et de l'administration dans une première division; intitulée : *Division économique*; 2°. sous le rapport de l'état actuel des mines et usines dans une seconde division intitulée : *Division technique* (avec un atlas in-folio de 65 pages); par *A. M. Héron de Villefosse*, maître des requêtes, inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines de France, membre de l'Académie des Sciences, chevalier de l'ordre royal de la Légion-d'Honneur et de l'ordre des Guelfes. . 237

NOTICE sur plusieurs soufflets en cuir, à vent continu; par M. *Madelaine*, capitaine d'artillerie. 271

CONSIDÉRATIONS sur la place que doivent occuper les roches granitoïdes du Mont-Blanc et des autres cimes centrales des Alpes, dans l'ordre d'antériorité des terrains primitifs; par M. *Brochant de Villiers*. Lu à l'Académie royale des Sciences, le 27 mai 1816. . . 285

RECHERCHES sur un nouveau corps minéral trouvé dans le soufre fabriqué à Fahlun; par *J. Berzélius*. (*Annales de Chimie*, tome IX, pages 160, 225 et 337). 301

Sur les cordes plates en chanvre. 317

INSTRUCTION, du 22 octobre 1817, sur les demandes en autorisation et approbation de SA MAJESTÉ pour l'établissement des Sociétés anonymes. . . . . . Pag. 319

QUESTIONS PROPOSÉES et solution de ces questions, faisant suite à l'instruction du 22 octobre 1817, sur l'établissement des Sociétés anonymes 327

PROCÈS-VERBAL DES ESSAIS faits sur les minerais de fer provenant des fosses à charbon de terre d'Anzin et Fresnes; par MM. *Clere*, Ingénieur au Corps des Mines, et *Tournelle*, Ingénieur-Mécanicien des mines d'Anzin. 345

EXTRAIT D'UN RAPPORT au Conseil général des Mines, sur les minerais de fer des houillères d'Anzin et sur les essais en grand qui ont été faits par MM. *Clere* et *Tournelle*; par M. *P. Berthier*, Ingénieur au Corps royal des Mines 353

ESSAIS et ANALYSES d'un grand nombre de minerais de fer provenant des houillères de France; par M. *P. Berthier*, Ingénieur au Corps royal des Mines . . . 359

APERÇU GÉOGNOSTIQUE DES TERRAINS; par *A.-H. De Bonnard*, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines (extrait par l'auteur). 389

RECHERCHES sur les effets dynamiques des roues mues par la percussion de l'eau; par M. *Roussell-Galle*, Ingénieur au Corps royal des Mines. 449

ANALYSE du nickel arsenical et du nickel arseniaté d'Allemont (*département de l'Isère*); par M. *P. Berthier*, Ingénieur au Corps royal des Mines. 467

ANALYSE de deux minéraux zincifères des États-Unis d'Amérique; par M. *Berthier*, Ingénieur au Corps royal des Mines 483

NOTICE sur la mine de sel gemme qui a été récemment découverte à Vic (*département de la Meurthe*); par M. *Louis Cordier*, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines 495

EXTRAIT d'un article de M. *André del Rio*, sur la découverte du chrome dans le plomb brun de Zimapan;

par M. *Louis Cordier*, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines. . . . . Pag. 499

Observations sur la masse de fer trouvée à Achen (*Aix-la-Chapelle*), décrite par *Loeber* comme fer météorique et citée dans le n°. 186 du *Journal des Mines*; par *J.-F. Clere*, Ingénieur au Corps royal des Mines. 501

Note sur la hauteur de l'Observatoire royal au-dessus du zéro de l'échelle du pont de la Tournelle 504

Mémoire sur le pyroxène analogique; par M. *Haüy*. . 513

Mémoire sur la nature et le gisement du gypse de Bex et des terrains environnans, lu le 28 juillet 1818, à la Société Helvétique des Sciences naturelles assemblée à Lausane; par *Johann de Charpentier*, directeur des mines du canton de Vaud.. 535

Notices sur le traitement du fer par la houille, pratiqué en Angleterre. (Extraites du Bulletin de la Société d'Encouragement). 561

Mémoire sur la géologie des environs de Lons-le-Saunier, lu à la séance publique du 1er. décembre 1818, de la Société d'Émulation du Jura; par M. *Charbaut*, Ingénieur au Corps royal des mines 579

Analyse du phosphate de fer qu'on obtient dans la fabrique de vitriol de Wissant (département du Pas-de-Calais), et des pyrites mêlées de phosphate de chaux qu'on traite dans cette fabrique; par M. *P. Berthier*, Ingénieur au Corps royal des Mines.. 623

Sur un nouveau gisement du fer carbonaté; par M. *P. Berthier*, Ingénieur au Corps royal des Mines.. . . 633

Description des procédés employés dans la fabrication du fer-blanc; par *Samuel Parkes*. (Extrait d'un Mémoire lu à la Société philosophique de Manchester). 635

Sur la fabrication du moiré métallique. (Extrait du Bulletin de la Société d'Encouragement).. 649

Ordonnances du roi, concernant les Mines, rendues 1°. pendant le quatrième trimestre de 1818, et antérieurement à ce trimestre, 165; 2°. pendant le premier

trimestre de 1819, 335; 3°. pendant le second trimestre de 1819, 505; 4°. pendant le troisième trimestre de 1819. . . . . Pag. 657

Avec sept planches :

Pl. I. Cristaux de cuivre carbonaté bleu.

Pl. II. Machine à colonne d'eau de rotation.

Pl. III. Modèle de fourneau pour la carbonisation de la tourbe.

Pl. IV. Nouveaux soufflets, à vent continu.

Pl. V. Sur le pyroxène analogique.

Pl. VI. Carte du gisement du gypse de Bex (canton de Vaud).

Pl. VII. Traitement du fer par la houille, pratiqué en Angleterre. — Fabrication du fer-blanc.

ERRATA.

Page 310, première indication marginale, sulfure d'antimoine, *lisez :* séléniure d'antimoine.

Page 310, deuxième indication marginale, séléniure de Tellere, *lisez :* séléniure de Tellure.

Page 349, troisième opération, troisième alinéa, au lieu de : on a coulé la geuse qui pesait 274k.,1 de fonte pour 100k. de minerai, *lisez :* on a coulé la gueuse qui pesait 275k., ce qui donne 44k.,1 de fonte pour 100k. de minerai.

Page 450, ligne 18, au lieu de : et l'axe, *lisez :* et l'arc.

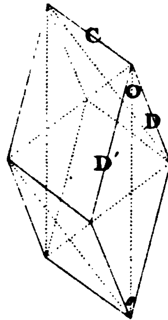
Page 455, ligne 13, à la phrase commençant par ces mots : *En effet Sméaton*, et finissant ainsi : *égale à celle du courant*, ligne 20, substituez la phrase suivante :

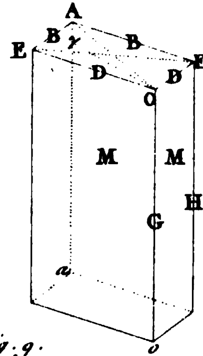
En effet, Sméaton obtient cette vitesse par le moyen d'un poids qu'il fait agir dans le même sens que le choc de l'eau, et qu'il augmente ou diminue successivement, jusqu'à ce que la circonférence de la roue prenne une vitesse égale à celle que ce poids lui communiquerait s'il agissait seul sur elle ; époque à laquelle il n'y a plus de mouvement transmis de la part du fluide.

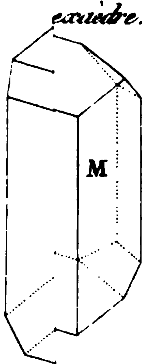
Imprimerie de Madame HUZARD (née Vallat la Chapelle).

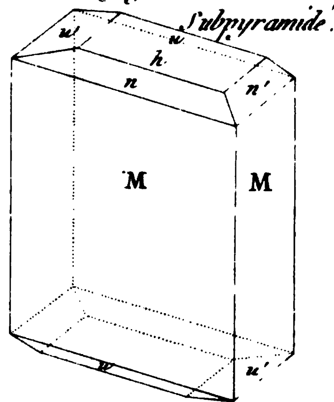
BLEU.











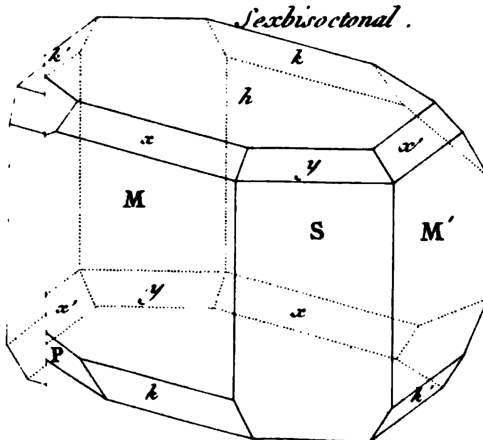
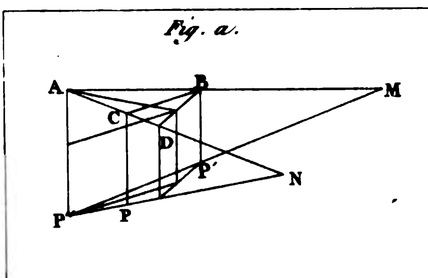
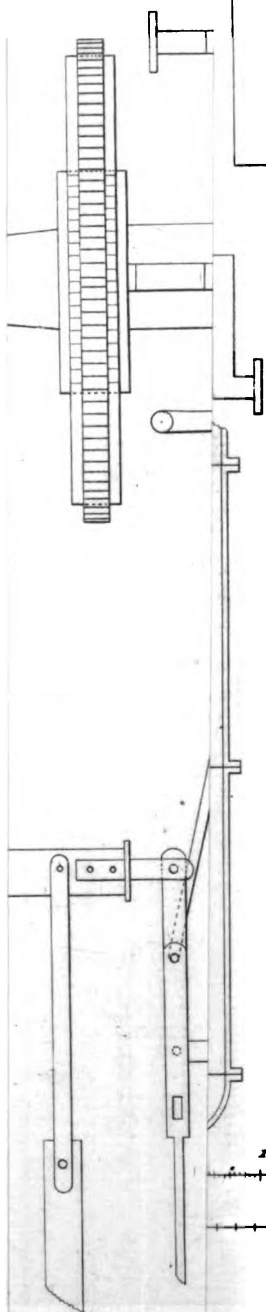


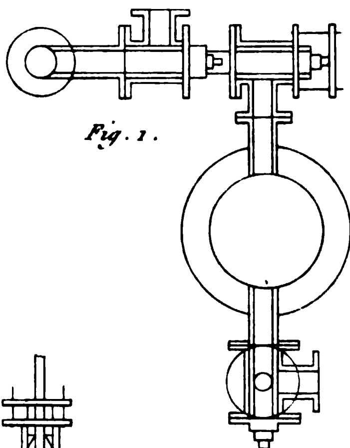
Fig. 19.

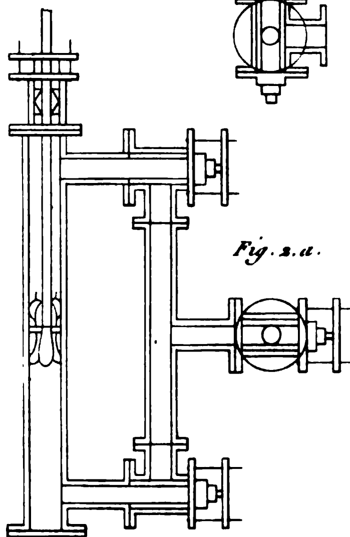
N. L. Rousseau, Sculp.

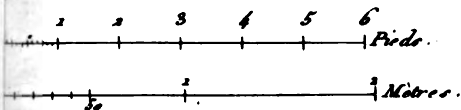
U DE ROTATI











N. L. Rousseau Sculp.

TION DE LA TOURBE.

Fig. 6.

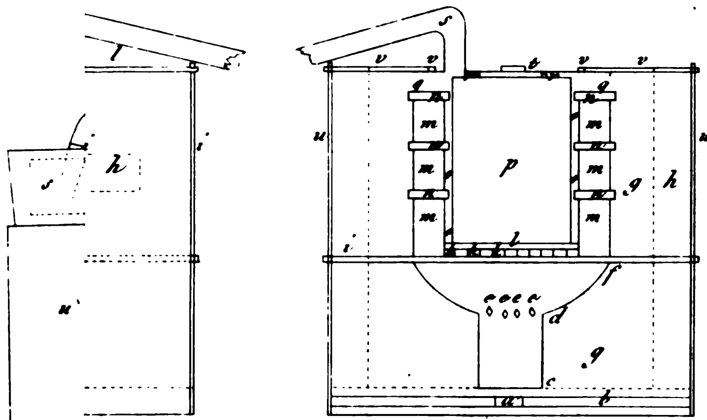
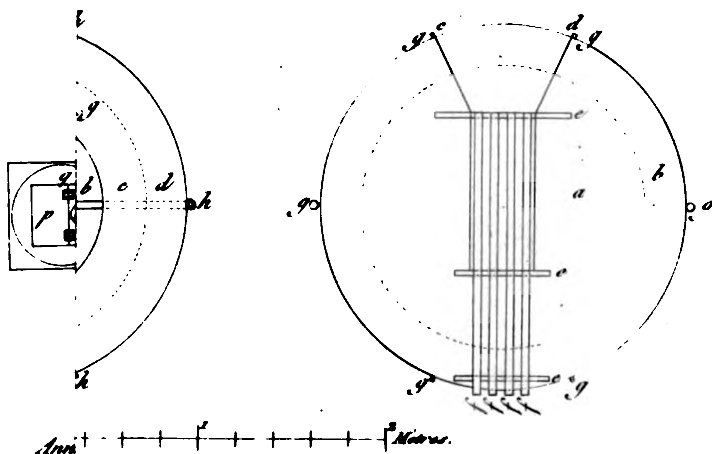
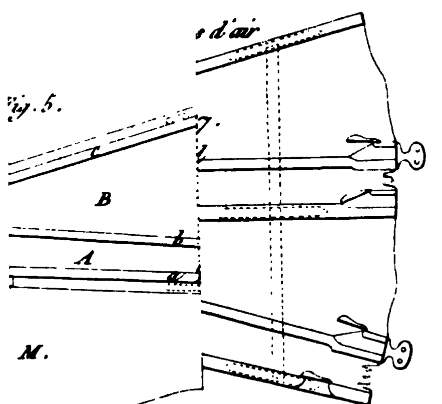


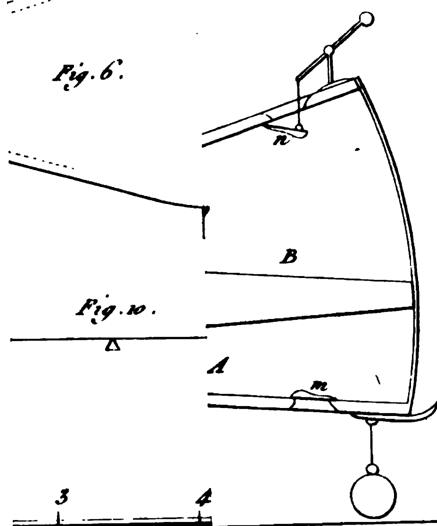
Fig. 5.



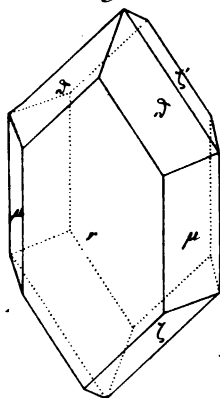
Ann ... 1 ... 2 Mètres.

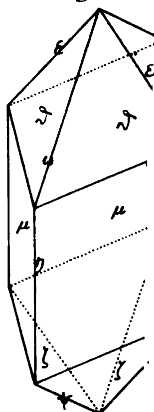
À VENT

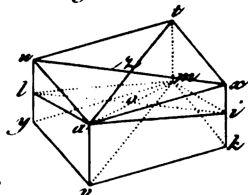


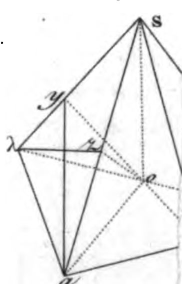


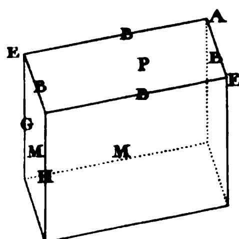
SUR LE PYROXÈNE

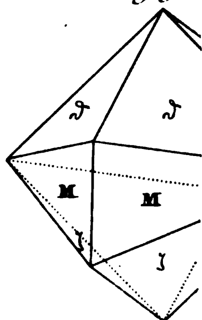

Fig. 1.

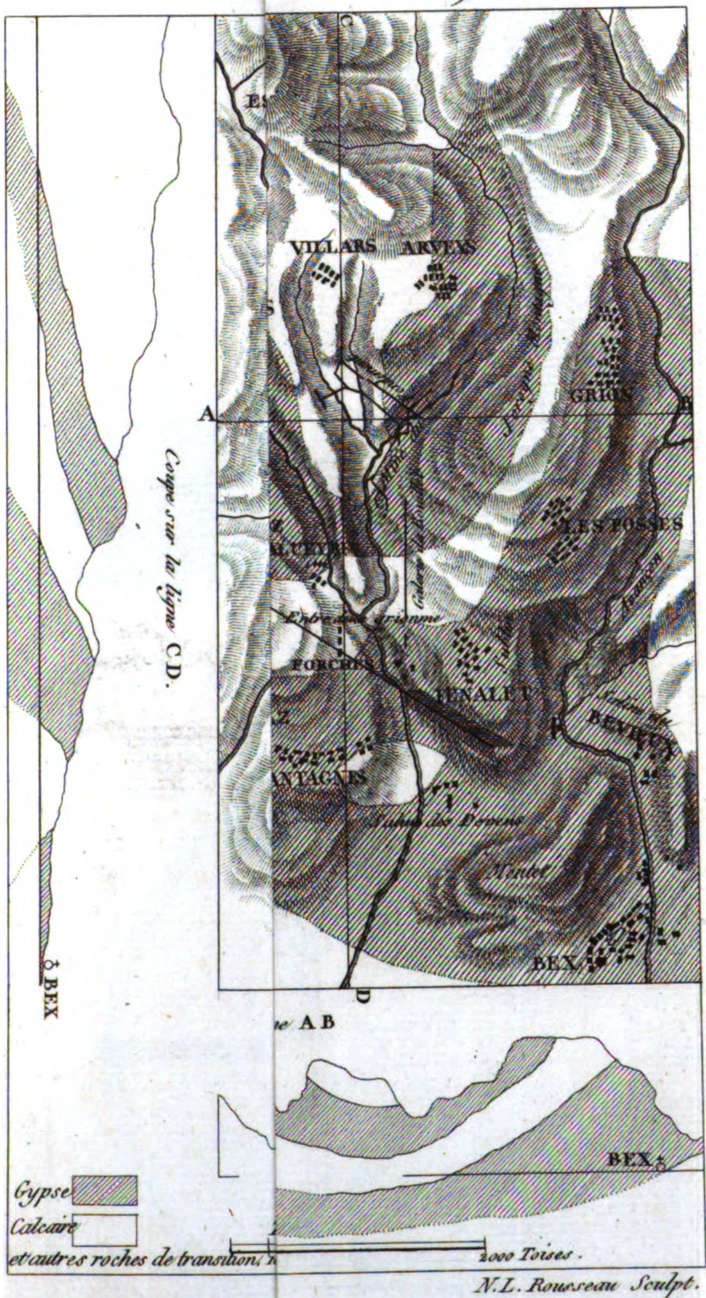

Fig. 2.


Fig. 5


Fig. 6.


Fig. 8.


Fig. 9.



N.L. Rousseau Sculpt.

TEMENT DU FER PAR L

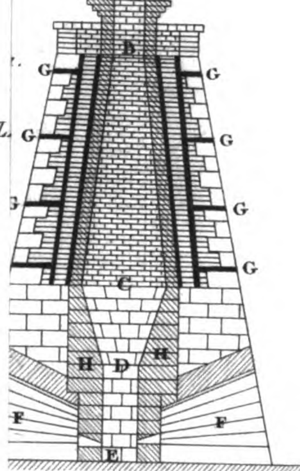
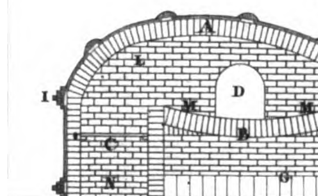


Fig. 3.



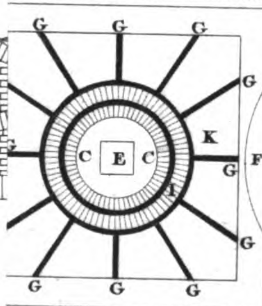
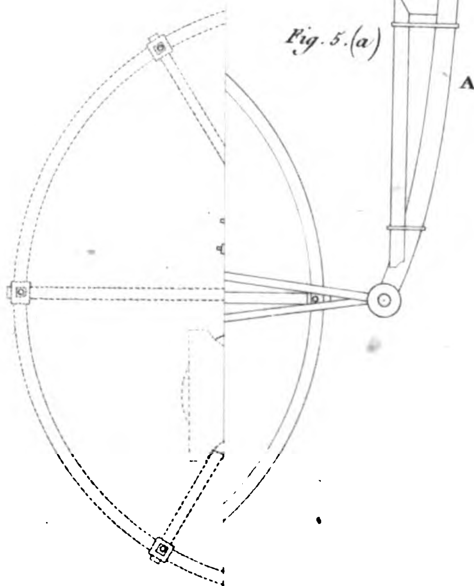


Fig. 5. (a)



...avé par N. L. Rousseau.